SOMMAIRE

AVANT-PROPOS…….. 3
SOMMAIRE……....4

INTRODUCTION – PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE …….17

PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE…...…21

1- Le cadre géographique……...23

2- La topographie et le relief……..23

3- Les variations du niveau marin…….24

4- Le paléoclimat et la paléoflore : L'Holocène sur le Massif armoricain…….25

4-1- Le Préboréal……..……...…25

4-2- Le Boréal……..……...26

4-3- L'Atlantique……..…….…….26

4-4- Le subboréal……..……..…….……26

4-5- L'apport de la paléoflore à la néolithisation.……..……..……28

5- La paléofaune marine et terrestre……...……..29

5-1- Influence du niveau marin…….…….……29

5-2- La faune marine : exemple de la malacofaune…….……....……30

5-3- La faune terrestre……..…….…….……31

5-4- Un changement d'alimentation à la transition Mésolithique-Néolithique……....32

DEUXIEME PARTIE : HISTORIQUE DES RECHERCHES ET CHRONOLOGIE DU MESOLITHIQUE ET DU NEOLITHIQUE DE L'OUEST DE LA FRANCE..……..……..……..35

1- Historique des recherches……..……37

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-1- Introduction……..……37

1-2- Terminologie de la chronologie……..……38
1-2-1- Le Mésolithique……...……..38
1-2-1-1- Le Mésolithique ancien……...……..……40
1-2-1-2- Le Mésolithique moyen.……...40
1-2-1-3- Le Mésolithique récent et final……..…41
1-2-2- Le Néolithique…...……...……....41
1-2-2- 1- Le Néolithique ancien……...……...…….....42
1-2-2-2- Le Néolithique moyen……..……..…43
1-2-2-3- Le Néolithique récent……...…..……..44
1-2-2-4- Le Néolithique final……...……45

2- Les limites chronologiques dans l'Ouest de la France : les datations……45

2-1- Le Mésolithique ancien et moyen……..……..……46

2-2- Le Mésolithique récent et final……..……..……47

2-3- Le Néolithique ancien……..……..……..49
2-3-1- Le Néolithique Ancien Centre Atlantique(N.A.C.A.)……...……...……49
2-3-2- Le Villeneuve-Saint-Germain(V.S.G.)……..……..……..51

2-4- Le Néolithique moyen……...……..……..……51

2-5- Le Néolithique récent et final……..……..……..53
2-5-1- Le Néolithique *récent*……..……..……..……53
2-5-2- Le Néolithique final……..……..……...55

2-6- Résumé……..……..……..……57

TROISIEME PARTIE : DEFINITION, CARCTERISTION PETROGRAPHIQUE, STRUCTURALE ET GEOCHIMIQUE DES ROCHES DU MESOLITHIQUE ET NEOLITHIQUE DE L'OUEST DE LA FRANCE……..……..59

1- Historique géologique du Massif armoricain……..……..61

1-1- Le domaine Nord Armoricain……...……63

1-2- Le domaine Centre Armoricain……..……63

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-3- Le domaine Ligérien……..……..63

1-4- Le domaine de Champtoceaux…….……..……63

1-5- Le domaine Sud Armoricain…….…….……64

2- La géologie des silex……...…….65

2-1- Définition et genèse du silex…….……..…….65

2-2- Localisation des affleurements de silex……..…….……..66
2-2-1- En Bretagne……...…….68
2-2-1-1- La côte Nord……..……..68
2-2-1-2- La côte Ouest…….……..…….69
2-2-2- En Normandie……...……70
2-2-2-1- Les argiles à silex des Rânes…….…….....71
2-2-2-2- Les argiles à silex de Ronai (Commeaux) et des Moutiers-en-Cinglais……73
2-2-3- En Pays de la Loire…….……..……76

2-3- Caractérisation pétrographique et structurale des silex……..……78

2-3-1- L'échelle macroscopique……..……...……78
2-3-2- L'échelle microscopique……...…..78
2-3-2-1- La classification texturale……..……79
2-3-2-2- La distribution et l'organisation des grains…….……..…79
2-3-3- Résultats de Pétrographie et de structure……...…..80
2-3-3-1- Les silex des Moutiers-en-Retz…….…..80
2-3-3-2- Les silex de la Baie de Caen et des Rânes…….……..…..81
2-3-3-3- Les silex des Moutiers-en-Cinglais et de la Baie d'Audierne……..…...84

3- Géologie des formations d'arénites quartzeuses et gréseuses armoricaines…….……85

3-1- Les formations arénites quartzeuses et gréseuses sud armoricaines……..85

3-1-1- Localisation…….……...…85
3-1-2- Caractérisation pétrographique et structurale…….……..…….86
3-1-2-1- Les grès quartzeux de Montbert (Gisements bruts : lieux dits Eglise et Moulin bleu)…….……...……..…87
3-1-2-2- Les grès quartzeux du site mésolithique de Gresay…….……..…....92
3-1-2-3- Conclusion……..…..…..92

3-2- Les formations de grès quartzeux ouest et est armoricaines……..……93

3-2-1- Localisation……..…..……..93
3-2-2- Caractérisation pétrographique et structurale……...……..……93
3-2-3- Conclusion……...…...……..95

3-3- Géologie des silicifications nodulaires ou silcrètes vendéennes…….100

3-3-1- Définition et localisation…….……100

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

3-3-2- Les silcrètes du lieu dit Le Cottereau (Epesses) et du site mésolithique des Vergères (Boulogne)……100
3-3-2-1- Pétrographie, structure et conditions de formation……100
3-3-2-2- Nomenclature de la roche……101
3-3-3- Les silcrètes ferrugineuses des Vergères……102
3-3-4- Les silcrètes du gîte géologique de la Merlière……102
3-3-4-1- Pétrographie……102
3-3-4-2- Nomenclature de la roche……103
3-3-5- Résumé……110

4- Géologie des formations à cherts carbonés ou phtanites armoricains……111

4-1- Définition et genèse des phtanites……111

4-2- Localisation des cherts carbonés……111

4-2-1- En Normandie……111
4-2-2- En Bretagne……114
4-2-3- En Vendée……116
4-2-4- Autres indices……117

4-3- Caractérisation minéralogique……117

4-4- Caractérisation structurale……119

4-4-1- Les macrofaciès……119
4-4-2- Les microfaciès……124

4-5- Caractérisation géochimique……125

4-6- Conclusion……125

5- Géologie des ultramylonites et cataclasites armoricaines……126

5-1- Formation et localisation des ultramylonites et cataclasites……126

5-2- Caractérisation minéralogique et structurale……126

5-2-1- Au sein du Cisaillement Sud Armoricain (CSA)……126
5-2-1-1- La minéralogie……128
5-2-1-2- L'analyse structurale……129
a- Les macrofaciès……129
b- Les microfaciès……129
c- Résumé……130
5-2-1-3- Caractérisation géochimique……130
a- L'échantillonnage et les méthodes d'analyse……131
b- L'analyse des résultats……131
b-1- Les terres rares……131
b-2- La méthode des diagrammes isocones……136
b-3- Le diagramme QAP……140

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

5-2-1-4- Conclusion……141

5-2-2- Au sein du Cisaillement Nord Armoricain (CNA)……142
5-2-2-1- Analyse minéralogique et structurale……143
5-2-2-2- Analyse géochimique……146
5-2-2-3- Conclusion……146

6- Géologie des quartzo-phyllades nord armoricaines (microquartzites de la Forest-Landerneau)……..148

6-1- Localisation……148

6-2- Caractérisation pétrographique et structurale……148

QUATRIEME PARTIE : ANALYSE DE QUELQUES ASSEMBLAGES LITHIQUES DU MESOLITHIQUE RECENT ET FINAL ET DU NEOLITHIQUE ANCIEN DE L'OUEST DE LA FRANCE……155

1- Le Mésolithique récent et final dans l'Ouest de la France……..157

1-1- Le Téviécien en Bretagne……157

1-1-1- Le site de Creac'h Miné Vihan (Saint-Thurien, Finistère)……157
1-1-1-1- Situation et description du site……157
1-1-1-2- Nature de la collection-problématique et limites……158
1-1-1-3- Une chaîne opératoire intégrée……163
a- Les phases d'aménagement et d'entretien du débitage……163
b- Le plein débitage : Techniques et produits……164
b-1- Les produits……164
b-2- Une standardisation de la production ou un choix des modules de supports d'outils ?……165
b-3- Les techniques de préparation et de percussion……169
c- Les modalités du débitage dans la chaîne intégrée : les nucléus……170
c-1- Les nucléus en ultramylonites/cataclasite……170
c-2- Les nucléus en silex……176
c-3- Ordres d'enlèvements ou schémas diacritiques……180
1-1-1-4- L'outillage……181
a- Les armatures……183
a-1- Les trapèzes asymétriques……184
a-2- Les trapèzes symétriques……186
a-3- Synthèse sur les armatures trapézoïdales……186
b- L'outillage commun sur lames et lamelles……189
c- L'outillage commun sur éclats……189
1-1-1-5- Conclusion……193

1-1-2- Le site de Cobalan (La Forest-Landerneau, Finistère)……194
1-1-2-1- Situation et description du site……194
1-1-2-2- Présentation de la collection, problématique et limites……194
1-1-2-3- Les supports escomptés……196

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-1-2-4- Les chaînes opératoires……...198
a- Une chaîne opératoire intégrée……198
a-1- Les phases d'aménagement et d'entretien du débitage : techniques et produits……...198
a-2- Le plein débitage : techniques et produits……...200
a-2-1- Les produits……..200
a-2-2- Une standardisation de la production ou un choix des modules de supports d'outils ?……201
a-2-3- L'analyse morphométrique des éclats……..202
a-2-3-1- Les microquartzites……...202
a-2-3-2- Le silex……...203
a-2-4- Les techniques de percussion……..205
a-2-4-1- Modalités du débitage dans la chaîne intégrée : les nucléus…..205
b- La place du débitage discoïde dans l'industrie du site de Cobalan……..210
c- Le débitage récurrent centripète……210
d- Les accidents de débitage……...210
d-1- les cassons……210
d-2- Les éclats siret……213
e- La chaîne opératoire des « éclats débordants »……...213
e-1- Les caractéristiques morphologiques……213
e-2- Les caractéristiques technologiques……213
e-3- L'aspect fonctionnel des éclats débordants……215
f- La chaîne opératoire des pièces esquillées……215
1-1-2-5- L'outillage……217
a- L'outillage sur éclats……..217
b- L'outillage sur lamelles et lames……...225
c- Autres outils communs……226
d- Les armatures……226
1-1-2-6- Conclusion……228

1-1-3- Le site de Kerhuellan (Plusquellec, Côtes d'Armor)……...230
1-1-3-1- Présentation du site et nature de la collection……..230
1-1-3-2- Les phases de Test de la matière, d'abandon précoce, ou de réutilisation……231
1-1-3-3-La chaîne opératoire des éclats……231
1-1-3-4-Une chaîne opératoire intégrée (éclats et produits lamino-lamellaires)……232
1-1-3-5-Les techniques de percussion……..233
1-1-3-6- L'outillage……233
1-1-3-7-Conclusion……234

1-1-4- Le site de Mikael (Plougonven, Finistère)……...236
1-1-4-1- Présentation du site et nature de la Collection……236
1-1-4-2- Le débitage des cataclasites……236
a- Les phases de test et d'entretien……236
b- Les produits désirés et outils……..236
c- Les modalités du débitage des cataclasites……236

1-1-5- Le site de Beg-er-Vil (Quiberon, Morbihan)……237
1-1-5-1- Situation et description du site……237
1-1-5-2- La stratigraphie du site……...237

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-1-5-3- La nature des collections……237
1-1-5-4- L'étude lithique……238
a- Le débitage brut……238
a-1- Les lames et les lamelles……238
a-2- Les éclats……239
a-3- Les nucléus……239
b- L'outillage……242
c- La place du débitage bipolaire sur enclume……242
d- La place de la percussion directe dure……242
1-1-5-5- Conclusion……242

1-1-6- Le site de Ty-Nancien (Plovan, Finistère)……245
1-1-6-1- Situation et description du site……245
1-1-6-2- Stratigraphie du site……245
1-1-6-3- Historique de la stratification……245
1-1-6-4- Les matières premières……248
1-1-6-5- Nature de la collection……249
1-1-6-6- La/les chaîne(s) opératoire(s) des éclats……250
1-1-6-7- La chaîne opératoire intégrée……251
a- Les produits……251
b- Les techniques de percussion……255
1-1-6-8- Les méthodes de débitage……255
a- Nucléus et schémas diacritiques……255
b- L'entretien du débitage……257
1-1-6-9- L'outillage……257
a- Les armatures……259
a-1- Les produits……259
a-2- Les supports d'armatures……263
a-3- Les procédés de fabrication……263
b- L'outillage commun……263
1-1-6-10- Conclusion……266

1-2- Le Retzien en Loire-Atlantique et Vendée : relecture de quelques ensembles lithiques……268

1-2-1- Le site des Emerillières (Beaufou, Vendée)……268
1-2-1-1- Situation……268
1-2-1-2- Nature de la collection……268
1-2-1-3- Le débitage……269
a- Les phases de test, d'entame et d'entretien du débitage……269
b- Les produits désirés……269
c- Les nucléus et les modalités de débitage……269
1-2-1-4- L'outillage……270
1-2-1-5- Les armatures……270
1-2-1-6- Le procédé de fracturation……271
1-2-1-7- Conclusion……271

1-2-2- Le site de la Gilardière (Pornic, Loire-Atlantique)……272
1-2-2-1- Situation et description du site……272

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Rapport-Gratuit.com

1-2-2-2- Stratigraphie du site……...272
1-2-2-3- Nature de la collection……...273
1-2-2-4- Etude lithique……....275
a- Le débitage brut……275
a-1- La production lamellaire……275
a-2- La production d'éclats……276
b- Les nucléus……276
c- L'outillage……276
c-1- L'outillage commun……..276
c-2- Les armatures……277
d- Les techniques de percussion……279
1-2-2-5- Conclusion……279

2- Le Néolithique ancien dans l'Ouest de la France……..281

2-1- Le site de Bellevue……281
2-1-1- Situation du site et présentation de la collection……281
2-1-2- Le débitage……282
2-1-2-1- Le plein débitage……...282
a- Le débitage d'éclats et de lamelles……282
b- Le débitage laminaire……283
2-1-2-2- L'outillage……284
a- Leprincipaux outils……285
b- Les armatures……288
c- Un élément caractéristique du V.S.G. : un fragment d'anneau en schiste……289
2-1-3- Conclusion……...289

2-2- Le site du Haut-Mée (Saint-Etienne-en-Cognès, Ille-et-Vilaine)…….292
2-2-1- Situation et description du site……292
2-2-2- Bref aperçu de la collection céramique……..292
2-2-3- Nature de la collection lithique……...292
2-2-4- Le plein débitage……293
2-2-4-1- Le débitage laminaire……293
2-2-4-2- Le débitage d'éclats……...295
2-2-5- L'outillage……297
2-2-6- Bref aperçu des lames de haches polies et des bracelets……297
2-2-7- Conclusion……..299

CINQUIEME PARTIE : LES ESSAIS MECANIQUES……301

1- Introduction : Pourquoi quantifier les propriétés des matériaux ?……303

2- Propriétés mécaniques et méthodes expérimentales……....304

2-1- La densité……304

2-2- La dureté……304

2-3- Les propriétés élastiques……306

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-3-1- Mesures des propriétés élastiques……307
2-3-2- Les facteurs de variation de l'élasticité……309

2-4- La Ténacité……310
2-4-1- La méthode par indentation……310
2-4-2- La flexion trois points sur éprouvette entaillée : Essai SENB……311

2-5- La fragilité……313

2-6- Les limites aux analyses et interprétations……313

2-7- L'Analyse statistique des données……314
2-7-1- Le calcul des moyennes……314
2-7-2- L'erreur type ou la précision de la moyenne……315

3- Les résultats d'analyses et interprétations……316

3-1- Les résultats de la dureté Vickers……316
3-1-1-Synthèse sur la dureté Vickers des roches métamorphiques……316
3-1-1-1- Les ultramylonites et les cataclasites sud armoricaines……316
3-1-1-2- Les cataclasites nord armoricaines……317
3-1-1-3- Les microquarzites FL……319
3-1-1-4- Résumé sur la dureté Vickers des roches métamorphiques……320
3-1-2- Synthèse sur la dureté Vickers des roches sédimentaires……321
3-1-2-1- Les Silex……321
3-1-2-2- Les phtanites……326
3-1-2-3- Les grès éocènes……327
3-1-2-4- Les quartzarénites de Montbert……328
3-1-2-5- La calcédoine et les silcrètes……329
3-1-3- La dureté Vickers de quelques roches magmatiques et métamorphiques……330

3-2- Les propriétés élastiques……334
3-2-1- Synthèse sur les propriétés élastiques des roches métamorphiques……334
3-2-1-1- Les ultramylonites et les cataclasites sud armoricaines……334
3-2-1-2- Les cataclasites nord armoricaines……336
3-2-1-3- Les microquartzites FL……337
3-2-1-4- Résumé sur les propriétés élastiques des roches métamorphiques……337
3-2-2- Synthèse sur les propriétés élastiques des roches sédimentaires……339
3-2-2-1- Les silex……339
3-2-2-2- Les phtanites……340
3-2-2-3- Les grès éocènes……341
3-2-2-4- Les quartzarénites de Montbert……342
3-2-2-5- La calcédoine et les silcrètes……343
3-2-2-6 Résumé sur les propriétés élastiques des roches sédimentaires……343
3-2-3- Les propriétés élastiques de quelques roches magmatiques et métamorphiques……344

3-3- Ténacité et fragilité……346
3-3-1- La méthode des éprouvettes SENB……346
3-1-1- Les silex et la calcédoine……346

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

3-3-1-2- Les silcrètes……..……...…347
3-3-1-3- Les grès éocènes et les quartzarénites de Montbert……..……...348
3-3-1-4- Les ultramylonites, les cataclasites et les microquartzites……..….349
3-3-1-5- Les phtanites……...……...…349
3-3-1-6- Autres matériaux……..…….350
3-3-2- Ténacité par indentation……...…….351
3-3-3- La fragilité……...……353

4- La hiérarchisation par les techniques exploratoires multivariées……...356

4-1- La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)……...….356
4-1-1- La mesure des distances 1-r de Pearson……..……...356
4-1-2- L'agrégation : la méthode de Ward……..……..356

4-2- L'Analyse en Composantes Principales réduite (ACP)……...……..358

4-3- Résultats et analyse…….……..358
4-3-1- A l'échelle des roches (sites échantillonnés)……..358
4-3-2- A l'échelle des échantillons (structures observées)……362

4-4- Conclusion…….…….363

5- Evaluation et appréciation de la compétence des matériaux……365

5-1- Les Paramètres d'analyse…….365

5-2- La compétence au débitage……...……365

5-3- La compétence à l'utilisation……...…….371
5-3-1- Le Téviécien……...…….371
5-3-2- Le Retzien……...……372
5-3-3- Le Villeneuve-Saint-Germain……372

5-4- Conclusion……..373

SIXIEME PARTIE : CONSTANCE ET VARIABILITE DES TECHNOLOGIES ET DES COMPORTEMENTS : INFLUENCE DES TERRITOIRES ET DES MATERIAUX ROCHEUX……...…..375

1- Les Territoires d'exploitation et de diffusion au Mésolithique récent et final……377

1-1- L'exploitation des matériaux entre Loire et Vendée……..377
1-1-1- Les quartzarénites de Montbert et les phtanites vendéennes……...…..377
1-1-2- Le silex……380
1-1-3- Les grès éocènes et autres silicifications……380

1-2- L'exploitation des matériaux en Bretagne…….……380
1-2-1- Les ultramylonites et cataclasites armoricaines……380
1-2-1-1- Les cataclasites de Mikaël……...……..380

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-2-1-2- Les ultramylonites et cataclasites de Tréméven……381
1-2-2- Les phtanites……384
1-2-2-1- Les phtanites de la Manche……......384
1-2-2-2-Les phtanites de Callac et de Lamballe……..385
1-2-3- Les microquartzites……..……..386
1-2-3-1- Les faciès microconglomératiques de l'Elorn (microquartzites FL)…386
1-2-3-2- Les faciès microconglomératiques de la région de Morlaix dits microquartzites-calcédonieux……..…387
1-2-3-3- Conclusion……388
1-2-4- Les silex……..388
1-2-5- Les grès éocènes et autres silicifications……..…389
1-2-6- Le problème du hiatus entre la Vilaine et la Loire……...389

2- Les territoires d'acquisition et les modèles d'exploitation au Néolithique…..…….390

2-1- Le Néolithique ancien : Villeneuve-Saint-Germain……...390
2-1-1- L'exploitation et la diffusion du silex……390
2-1-2- L'exploitation et la diffusion des autres roches……391

2-2- Le Néolithique moyen, récent et final…….…….392
1-2-1- Le Néolithique moyen I……...392
***1-2-2- Le Néolithique moyen** II*……..393
1-2-3- Le Néolithique récent……..395
1-2-4- Le Néolithique final……396

2-3- Des productions à forte valeur ajoutée : les haches polies et les lames faucilles….397
2-3-1- Les haches en méta-dolérite face aux autres productions contemporaines….398
2-3-2- Les haches alpines……..400
2-3-3- Les haches en fibrolite……404
2-3-4- La particularité des lames de silex du Grand-Pressigny……...407
2-3-5- Résumé sur les productions spéciales dans l'Ouest de la France……410

2-4- Synthèse sur la nature et la circulation des roches du Mésolithique récent au Néolithique final……411

3- Les modèles comparés du débitage des matériaux selon les territoires des grands systèmes culturels……..412

3-1- Le Mésolithique final……412
3-1-1- Le Téviécien……...……..412
3-1-2- Le Retzien……...….414

3-2- Le Néolithique……415
3-2-1- Le Villeneuve-Saint-Germain……...……..415
3-2-2- Le Néolithique moyen……416
3-2-3- Le Néolithique récent……...…...417
3-2-4- Le Néolithique final……418

4- Le Massif armoricain et un massif ancien (Portugal)…….……..419

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

4-1- Le Mésolithique final……419
4-1-1- L'acquisition des matières premières et le débitage……...419
4-1-1-1- Les matières premières animales……...419
4-1-1-2- Les matières premières rocheuses……....420
a- Le débitage……..……420
b- Les armatures et l'outillage commun…….……421
4-1-2- Résumé……421

4-2- Le Néolithique ancien portugais et l'Ouest de la France……...422
4-2-1- Les matières premières rocheuses et le débitage……...…422
4-2-2- Autres ressources naturelles……...……423
4-2-3- Résumé……423

4-3- L'Algavre (sud-ouest du Portugal) : un bout de terre comparable à la Bretagne……424

5- Essai d'appréciation du comportement……..425

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES……..…..429

BIBLIOGRAPHIE……..……435

ANNEXES……469

Annexe 1. Annexes chronologie…….……..471
Annexe 2. Annexes analyses géologiques..…….……481
Annexe 3. Annexes analyses lithiques……496
Annexe 4. Annexes essais mécaniques……518

TABLES……...……523

Table des figures……...……525

Table des planches……..……..532

Table des tableaux……...……..533

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

INTRODUCTION

PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Diverses voies d'analyse et d'interprétation des vestiges archéologiques ont été explorées dans le cadre de la compréhension des processus de la transition Mésolithique – Néolithique dans l'Ouest de la France. Les approches spatiales présentées en paléobotanique et en archéozoologie, sont des exemples importants pour la compréhension des procédés de la néolithisation.

A ces approches, nous souhaitons ajouter de nouvelles données contingentes, basées sur une analyse synchrone des matériaux rocheux (localisation, pétrographie et structurale), des réponses sous-contraintes mécaniques des roches (propriétés mécaniques), des produits et procédés technologiques (techno-typologie lithique). Les données techno-typologiques bénéficient de la multiplication des découvertes de sites archéologiques, de gisements bruts de roches et d'études précédant ces travaux. Les travaux engagés dans cette recherche visent à évaluer l'importance et l'impact absolu ou relatif des matériaux rocheux dans les ensembles technologiques, par l'analyse des propriétés mécaniques de ces matériaux, et par l'évaluation des facteurs macrostructuraux ou microstructuraux qui contraignent ces propriétés. Ces facteurs mécaniques et structuraux représentent des limites positives ou négatives aux différents procédés technologiques ou méthodologiques mis en œuvre au sein des industries lithiques.

Dans l'Ouest de la France, cette approche à la fois géologique et mécanique des industries lithique se développe de plus en plus au sein du Laboratoire Archéologie et Archéosciences de l'Université de Rennes 1. Elle est alors appliquée au Paléolithique, grâce à des études, telles celles de B. Huet (2006), de J.-L. Monnier et N. Molinès (Molinès et *al*., 2003). A cette approche du Paléolithique, nous intègrerons au cours de ces travaux un apport en ce qui concerne le Mésolithique et le Néolithique dans l'Ouest, en essayant le mieux possible d'intégrer une vision plus générale à l'échelle de l'Europe de l'Ouest.

Les échelles d'analyses (macroscopique et microscopique) que nous nous imposons, tendent à apporter des réponses à la compréhension des faciès culturels sous-régionaux et régionaux qui ont été développés, suite aux travaux de nombreux chercheurs, tels P. Gouletquer, P.-R. Giot, O. Kayser, G. Marchand, J.-N. Guyodo, E. Yven et Y. Pailler.

Les approches géo-archéologiques et géo-mécaniques appliquées aux technologies lithiques permettront de mieux comprendre les schémas d'acquisitions, de productions et d'échanges qui caractérisent la néolithisation dans l'Ouest de la France, à travers :

- l'établissement d'un catalogue pétrographique, structural et gîtologique des matériaux rocheux exploités au courant du Mésolithique et Néolithique

- l'évaluation des propriétés mécaniques intrinsèques de ces matériaux

- la détermination des modèles technologiques et/ou typologiques associés

- l'analyse spatio-temporelle des modèles d'exploitation et de transport des faciès de matériaux. Ce dernier point regroupe les données obtenues dans les analyses précédentes, aux quelles s'associeront de possibles contraintes topographiques et/ou paléoclimatiques.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

- l'évaluation des variations ou continuums mis en œuvre du Mésolithique au Néolithique dans l'exploitation et la distribution des matériaux. Cette analyse nous permettra de mieux comprendre les adaptations ou adoptions technologiques et économiques accompagnant l'établissement des économies de productions, par les populations « sédentaires » ou « semi-nomadiques » qui occupent l'Ouest de la France durant la transition Mésolithique-Néolithique. La comparaison avec les modèles paléoclimatiques, fauniques ou même paléosociologiques est importante, si on veut comprendre les comportements des peuplades préhistoriques, pour la simple raison que tout changement important dans une culture ne peut se faire de manière isolée. Tous les artefacts culturels (systèmes de production et de consommation, liens sociaux, etc...) appartiennent à un tout, plus ou moins soudé, caractérisant une population ou un ensemble de populations. C'est dans cette vision globale que s'effectuerons nos analyses.

L'analyse comparative des modèles de transition et de développement du Mésolithique récent et final au Néolithique final, permettra autant que possible, d'avoir une vision diachronique, au moins à l'échelle de l'Ouest de la France de l'évolution des déplacements, des pensées, des niveaux techniques et technologiques.

Le choix des sites archéologiques et des affleurements géologiques étudiés s'est opéré dans le but de couvrir toutes les variétés de roches, qui composent en majeure partie les ensembles lithiques armoricains. A cause de la nature géologique très variée de ces matériaux, nous avons choisi d'effectuer une analyse comparative des modalités d'exploitation mises en œuvres, entre les populations armoricaines et celles du Portugal. En effet, la diversité des roches présentes au sein des industries lithiques et du substrat géologique portugais, est un atout pour une analyse plus comparative des continuités ou discontinuités technologiques et comportementales.

L'échelle temporelle de notre analyse étant assez large, nous avons insisté sur les technologies possédant une valeur marchande, sociale ou culturelle importante. Dans le cas du Néolithique armoricain, l'influence des roches tenaces armoricaines ou allochtones, ne peut être analysée de la même façon. En se basant alors sur l'ensemble des travaux effectués sur les roches tenaces armoricaines, du Massif central et des Alpes, nous avons évalué l'importance de ces roches.

Ceci permettra de mieux apprécier les changements d'axes de transferts des matériaux et des technologies du Mésolithique récent et final au Néolithique final en armorique.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

PREMIERE PARTIE

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1- Le cadre géographique

Le Massif armoricain est situé au nord-ouest de la France et couvre la totalité de la Bretagne (Finistère, Morbihan, Côtes d'Armor, Ille-et-Vilaine, Loire-Atlantique), le nord de la Vendée et le nord-ouest des Deux-Sèvres, une partie de l'Anjou (ouest du Maine-et-Loire) la Mayenne et la bordure occidentale de la Sarthe, une grande partie de la Basse-Normandie (ouest de l'Orne, sud-ouest du Calvados, Manche). Il est limitée vers le continent par le Bassin de Paris, le Bassin aquitain et le seuil du Poitou (ce dernier essentiellement constitué de strates calcaires datant du Secondaire) (Fig. 1). L'océan Atlantique et la Manche sont les limites sud-ouest et nord-ouest du Massif armoricain.

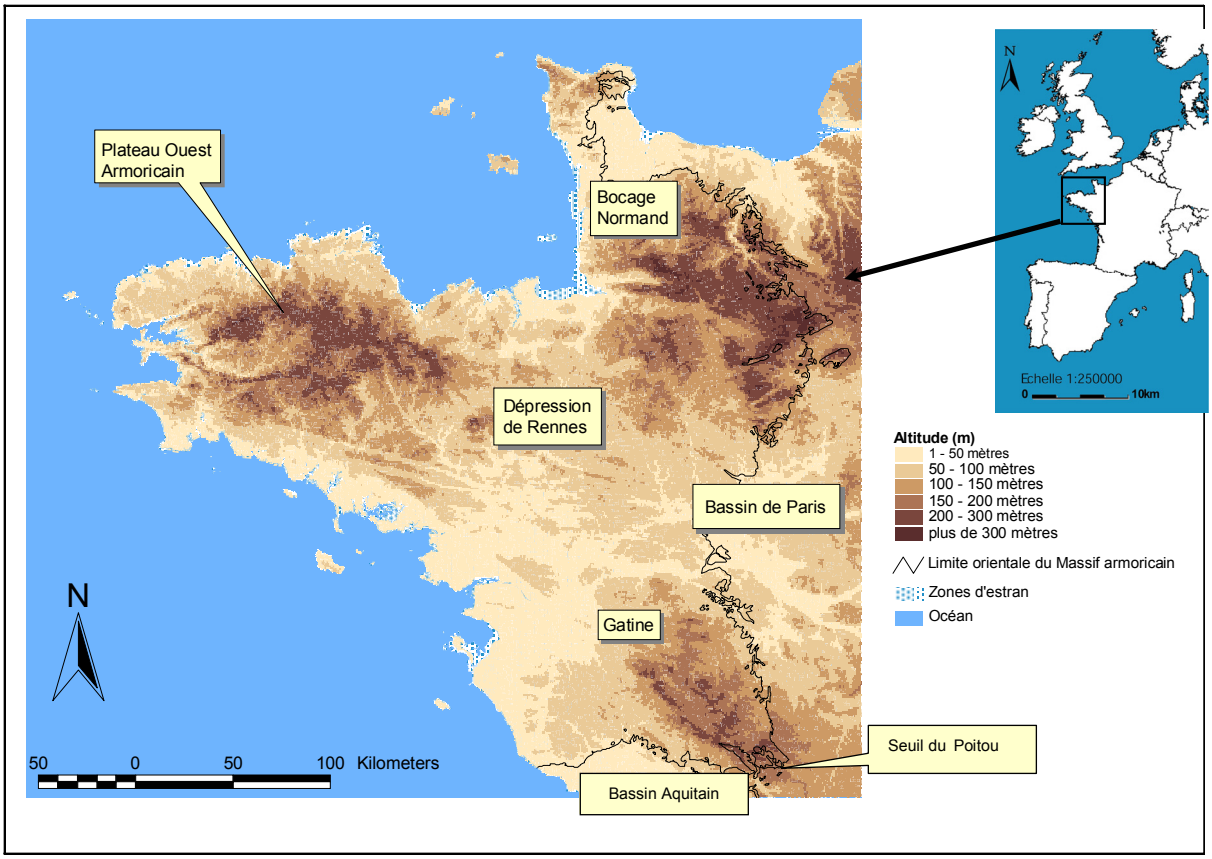


Fig. 1. Modèle Numérique de Terrain du Massif armoricain - taille du pixel : 918 mètres de côté environ (Modifié d'après Gaudin, 2004, extrait du MNT global « GTOPO30 »).

2- La topographie et le relief

Deux grands types de formes composent la topographie actuelle du Massif armoricain : des zones planes et des zones profondément incisées et découpées. Pour le premier, il s'agit majoritairement du littoral immergé et pour le second, du domaine continental. Dans le domaine sud armoricain, le réseau de vallées incisées peut se prolonger en mer jusqu'à –50 mètres, décrivant alors une topographie « continentale » immergée (Bonnet, 1998). Cette opposition typologique ne coïncide donc en rien avec la ligne de rivage actuelle. La contrainte géologique n'influe pas sur cette typologie du fait de la forme plane du fond actuel de la Manche. Ce fond recoupe autant le socle que les formations Mésozoïques.

Trois grands domaines d'altitudes supérieures à 200 m caractérisent le relief armoricain: la Gâtine (altitude maximale, 295 m), le Plateau Ouest Armoricain (altitude maximale, 380 m) et le Bocage Normand (altitude maximale, 420 m) (Fig. 1). Tous ces domaines sont séparés par des zones de plus basses altitudes parmi lesquelles la Dépression de Rennes dont les limites correspondent à des zones de failles : le Cisaillement Sud Armoricain et les zones de Céaucé (faille orientée NO-SE, au sud du Bocage Normand) et les zones de Quessoy-Nort sur Erdre (dans le prolongement de la Baie de Saint-Brieuc).

A ces grands traits du relief armoricain, se superposent des éléments de second ordre marqués par les hétérogénéités du socle. Les lithologies les plus résistantes sont souvent les plus visibles dans le relief. Ce sont principalement les granites hercyniens et les grès ordoviciens (formation des grès armoricains). Ces roches ont été intensément déformées au Protérozoïque (cadomien) et au Paléozoïque (Hercynien).

3- Les variations du niveau marin

Le retrait des glaces débute en Europe dès 22000 BP. On estime alors la remontée du niveau marin d'environ 1.5 à 1.8 cm/an (Lericolais, 1997). Le Dryas récent (10100-9700 ans avant J.-C.), très froid, interrompt le fort réchauffement engagé dès 13000 ans avant J-C. (Grousset, 2001). Le niveau marin est alors estimé à –60 mètres N.G.F. en face de la Gironde et à –55 mètres N.G.F. en Manche septentrionale (Ters, 1973). A la fin du Dryas récent le réchauffement reprend cours. Il s'en suit alors deux périodes comprises entre 9700 ans et 8200 ans avant J.-C. (Préboréal-début Boréal) durant laquelle le niveau marin remontera de 25 mètres, et entre 8200 ans et 6700 ans (fin Boréal) de 5 m (Ters, 1973) (Fig. 2). Le niveau de la mer est alors de –25 m (± 5 m) (Ters, 1973), en concordance relative avec les résultats obtenus par R. G. Fairbanks (1989) à partir des récifs coralliens de la Barbade. R. G. Fairbanks montre que la transgression holocène est progressive et régulière, tout le contraire des observations faites par M. Ters (1973) et M.-T. Morzadec (1973, 1974) en Bretagne, suggérant une progression cyclique du niveau marin de périodicité de l'ordre de 1000 ans (Fig. 2).

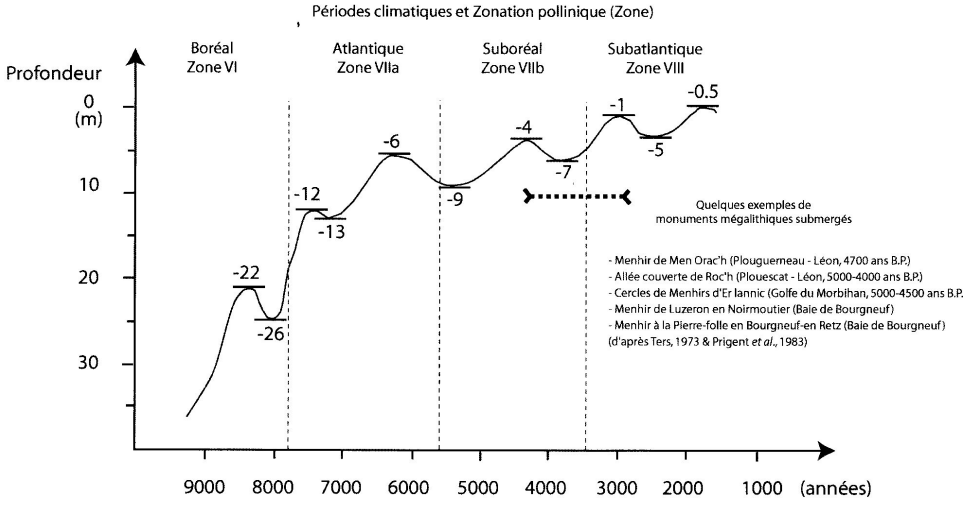


Fig. 2. Courbes des variations apparentes du niveau marin en Bretagne depuis 10 000 ans (d'après Morzadec, 1974 ; Gaudin, 2004).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Au cours de la période Atlantique (6700– 4700 ans avant J.-C.), la remontée marine se poursuit, atteignant alors près de 16 mètres en 2000 ans. A la fin de cette période, le niveau des hautes mers correspond à celui des basses mers actuelles.
Au Subboréal (4700–2500 ans avant J.-C.), un ralentissement de la transgression se produit, s'accompagnant de trois périodes à tendance régressives (Morzadec, 1973, 1974 ; Barbaroux et *al.*, 1974 ; Visset et *al.*, 1995).
Le Subatlantique est marqué par une reprise de la remontée du niveau marin, accompagnée par la mise en place de la majorité des dunes littorales armoricaines (Morzadec, 1973) et la formation de lagunes isolées du domaine marin franc (Thoraval, 2003). La position du niveau marin actuel n'a donc *a priori* aucune signification morphogénétique.

La carte bathymétrique compilée par Berthois (carte de Berthois in Auffret, 1983 et Bonnet, 1998) montre au premier ordre une planarité des fonds marins jusqu'aux isobathes 130-140 mètres. Il est évident que l'on se trouve dans l'impossibilité de reproduire les limites réelles du trait de côte au cours des temps préhistoriques. En se rapprochant un peu près de la limite côtière réelle, l'évaluation des distances entre les sites archéologiques et la mer est plus aisée.

4- Le paléoclimat et la paléoflore : l'Holocène sur le Massif armoricain

4-1- Le Préboréal

Le Postglaciaire ou Holocène est une subdivision géologique du quaternaire et succède au Tardiglaciaire. Tout comme dans le cas du Tardiglaciaire, des dissemblances existent dans les chronologies de l'Holocène entre celle proposée par M.-T. Morzadec-Kerfourn (1974) et J. Mangerud et *al.* (1974). Un décalage d'environs 400 ans existe pour le début du Subatlantique et 700 ans pour le Subboréal.

Dès le début du Préboréal, la forêt fait son retour presque partout en Europe, en lieu et place d'une végétation de type steppe et toundra existant à la fin du dernier Tardiglaciaire. La couverture forestière est cependant moins dense qu'à présent, avec un fort taux de clairières herbacées (Starkel 1991, Huntley 1993, Roberts et Wright 1993). Il existe pourtant au moins une péjoration climatique. Au sud de l'Europe occidentale, le chêne (*Quercus*) et le noisetier (*Corylus*) se développent (Heinz, 1999) tandis que dans la vallée de la Somme, l'environnement végétal se transforme en un paysage forestier où domine le pin, puis, à partir de 8800 ans avant J.-C., le noisetier (*Corylus*) (Antoine, 1997). En Franche-Comté, le pin reste dominant (Aimé et Jacottey, 1997). En Vercors et en Chartreuse, des essences telles l'orme (*Ulmus*), le chêne (*Quercus*), le tilleul (*Tilia*) et progressivement le noisetier (*Corylus*) apparaissent (Thiébault, 1999). Dans un milieu encore relativement ouvert, le spectre faunique est dominé par l'aurochs, le cerf et le cheval (Thévenin, 1997).

Sur la base des travaux réalisés par Blytt et Sernander (1882, 1910) sur les périodes climatiques et de la zonation pollinique de H. Godwin (1940), M.-T. Morzadec-Kerfourn (1974) a établi la chronologie des périodes climatiques à l'échelle du Massif armoricain (Tabl. 1). Cette chronologie a par la suite été confirmée par les travaux de nombreux chercheurs (Visset, 1979 ; Voetzel, 1987 ; Bernard, 1996 ; Barbier, 1999 ; Ouguerram, 2002 et Cyprien, 2002). Les taxons steppiques disparaissent progressivement au Préboréal tandis que le bouleau se développe. L'assèchement progressif des marécages entraîne la raréfaction d'espèces aquatiques (Barbier, 1999 ; Cyprien 2002). Le réchauffement entamé à la fin du Dryas récent se poursuit et provoque une transformation du milieu en espace forestier fermé

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

où domine le noisetier au détriment du bouleau. L'expansion du chêne, du tilleul et de l'orme commence mais reste disséminée (Barbier, 1999). Grâce à un dragage réalisé dans la vallée de l'Odet (Finistère) et la récolte de coquilles identifiées par Chavan comme étant des *Cyprina* (*Arctica*) *islandica* et datées de 10200 ± 230 B.P., il a été estimé qu'au cours de cette période, les eaux du littoral Breton étaient d'au moins 3°C de température inférieure à l'actuel (Pinot, 1974).

4-2- Le Boréal

Le Boréal marque l'expansion du noisetier aussi bien dans la vallée de la Somme, qu'en Franche-Comté (Aimé et Jaccottey, 1997), en Chartreuse et en Vercors (Thiébault, 1999).

Le Boréal marque l'apogée du noisetier accompagnée d'une densification du couvert forestier. La diversification des espèces, le développement de l'orme et du chêne sont permises par le climat plus doux (Barbier, 1999 ; Cyprien, 2002). Les seuls restes organiques découverts sur les sites archéologiques de Toul-an-Naouc'h (Plougoulm, Finistère) (Kayser et *al.*, 1990), du Bilou (Le Conquet, Finistère) (Blanchet et Kayser, 1999) et de Quillien (Le Cloître-Saint-Thégonnec, Finistère) (Gouletquer et Léopold, 1991 ; Yven et Léopold, 2003), sont des coquilles de noisettes : confirmant ainsi la consommation de ce fruit autant à l'intérieur des terres (*hinterland*) qu'au niveau des côtes actuelles. Sur l'ensemble de la façade atlantique, l'orme reste minoritaire tandis que la chênaie connaît une expansion fulgurante aux détriments du pin (Morzadec-Kerfourn, 1974 ; Beaulieu ,1999).

4-3- L'Atlantique

Au début de l'Atlantique sur le Massif armoricain, aucune preuve archéobotanique de présence de hêtre (*Fagus*) n'est inventoriée. Ce qui est tout le contraire à l'est de ce massif où, en plus du hêtre, les palynologues définissent des « taxons-marqueurs » avec les résineux (les sapins, l'épicéa, les pins). Les basses altitudes y sont marquées par l'importance du hêtre supposé constituer de fortes concentrations au sein des différents massifs européens de moyenne altitude.
La période de l'Atlantique, relativement chaude et humide, coïncide avec une expansion du chêne. Le hêtre reste absent du Massif armoricain malgré les taux amoindris de noisetiers (Morzadec-Kerfourn, 1974 ; Barbier, 1999 ; L'Helgouac'h et *al.*, 2001 ; Cyprien, 2002). Barbier impute cette nuance à une humidité plus importante. Les zones marécageuses sont envahies par l'aulne.

4-4- Le subboréal

H. Richard (1999) définit le Subboréal en France par l'association hêtre-chênes pour les basses altitudes, le *Fagus* dominant les forêts de moyennes montagnes. L'impact de l'homme, suite au défrichement, devient dès lors un indice majeur au cours des périodes du Néolithique et de l'Age du Bronze.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl.1. Corrélations entre zones polliniques, associations polliniques et subdivisions préhistorique en Armorique (Modifié, d'après Morzadec, 1974 ; Godwin, 1940).

Périodes climatiques	Zonations polliniques de Godwin (1940)	Associations polliniques	Subdivisions préhistoriques	Dates en années avant J.-C.	Glaciations
Subatlantique	Zone VIII	*Quercus, Alnus, Fagus*	Gallo-romain	2000	Post-glaciaire
			Age du Fer		
Début Subatlantique/ Fin Subboréal	Zone VIIb-VIII	*Quercus, Alnus,(Fagus, Tilia)*	Age du Bronze	3000	
Subboréal	Zone VIIb	*Quercus,Alnus Tilia*	Néolithique	2500	
Atlantique	Zone VIIa	*Quercus,Alnus,Tilia, Ulmus*	Mésolithique	4700	
Fin Boréal	Zone VIa, b, c	*Quercus, Ulmus, Pinus, Corylus*		6700	
Début Boréal	Zone V	*Pinus, Corylus, Betula*		8200	
Préboréal	Zone IV	*Pinus, Betula*		9700	
Dryas récent	Zone III	*Herbacées dominantes*	Paléolithique Terminal	10000	
Alleröd	Zone II			10100	Fin du Würm récent
Dryas ancien	Zone I			12000	

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

4-5- L'apport de la paléoflore à la néolithisation

A l'échelle du Massif armoricain, les modifications climatiques et paysagères semblent identiques à celles observées dans tout le reste de la France et en Grande-Bretagne du Tardiglaciaire à l'Atlantique.

Il apparaît au total que les transformations paysagères perçues à travers les restes archéobotaniques sont le résultat d'une interaction complexe dans l'espace et dans le temps de multiples paramètres tels les changements climatiques, la géographie physique, l'altitude ou la latitude, la nature des sols, ou même l'activité humaine dès le Néolithique. L'influence humaine n'est enregistrée qu'au milieu de l'Atlantique, sous réserve d'une datation juste de certains sites naturels du val de Loire. En effet, à Cinq-Mars-la-Pile (La Canche, Indre-et-Loire), le diagramme pollinique montre une courbe des céréales (*Cerealia*) manifeste au Mésolithique vers 6575-5880 ans avant J.-C. associée au bleuet (*Centaurea cyanus*), archéotype méditerranéenne messicole, taxon particulièrement important à considérer, car inféodé aux terroirs emblavés (Visset et *al.*, 2003). Une preuve encore plus imposante est la possible présence des céréales cultivées sur le site du Pont (Montjean, Loire-atlantique), dans une tourbière et sous le toit des argiles ayant colmaté le talweg. En plus des céréales qui s'observent vers 6437-6232 ans avant J.-C., on note également le noyer (*Juglan*s) et peut-être encore plus étonnant le sarrasin (*Fagopyrum*) (Visset et *al.*, 2003). Cette observation de céréales cultivées dès le Mésolithique final Retzien, n'est pas isolée. A Brétignolles-sur-Mer (Vendée), sous le sable de la plage du Bâtard, une vasière fossilisée montre des éléments d'anthropisation datant du début de la phase finale du Mésolithique (6900 ans avant J.-C.) (Joly et Visset, 2005). Il s'agit de *Cerealia* type et de rudérales. La limite de toutes ces observations reste les limites morphologiques considérées des grains et des pores entre les pollens de céréales cultivées et les pollens de céréales sauvages. Si les limites morphologiques considérées sont suffisamment grandes pour limiter les chevauchements entre céréles cultivées et céréales sauvages (diamètre de grain supérieur à 47 µm et diamètre des pores supérieur à 11 µm), la hauteur (pourcentage) et l'étalement des pics caractéristiques des deux types de céréales apportent peu d'informations permettant de conclure à une réelle pré-néolithisation. En effet, la courbe des rudérales s'exprime mieux que celle de *Cerealia* type.

Si la zone d'influence du Retzien semble très pourvue en éléments indicateurs d'une pratique précoce de l'agriculture, celle du Téviécien n'en est pas dénuée. Au sein de la tourbière submergée de la pointe de Kerpenhir (Locmariaquer, Morbihan), on observe une abondance de pollens de céréales et de plantains dans les zones où la chênaie régresse (Visset et *al.*, 1996). Cette déforestation pourrait être la conséquence d'une occupation de l'espace par des populations agricoles entre 7243 et 5224 ans avant J.-C. (correspondant au Tardenoisien moyen du Bassin parisien ou Castelnovien du Midi de la France). Ceci nous conduit à réfléchir sur la voie de pénétration, vraisemblablement méridionale et sur la précocité probable du phénomène de néolithisation un millier d'années avant les dates généralement admises. Cette néolithisation serait imputée à des populations indigènes s'essayant à un nouveau modèle de pratiques agricoles et de sociétés.
L. Laporte (2005) discute de l'importance de ce courant de néolithisation ouest-méditérannéen ou cardial déjà fortement implanté au milieu du 6ème millénaire, au moment où les populations rubanées se mettent en place dans le Bassin parisien.

Il est aussi nécessaire de s'interroger sur la diffusion de ce caractère précoce dans la partie bretonne du Massif armoricain : l'acidité du sol justifiant la détérioration des vestiges organiques. Cependant, l'existence d'un proto-élevage à la fin du Mésolithique en Bretagne

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

semble infondée. En effet, les restes de bovinés domestiques reconnus sur le site de Beg-an-Dorchenn (Plomeur, Finistère) remontent à l'Age du fer (Tresset, 2002a), tandis que les ossements de Caprinés décrits comme issus de la nécropole de Téviec (Péquart et *al.*, 1937) sont introuvables.
L'importance de la multiplication des datations absolues se justifie dès lors devant la non utilisation des « datations polliniques » si l'on veut bien évaluer l'amorçage de phénomènes importants tels que la néolithisation.

5- La paléofaune marine et terrestre

5-1- Influence du niveau marin

La relation qui lie les populations préhistoriques à la mer est très variable selon la position des sites à la côte. La transgression flandrienne influencera alors de manière forte notre vision de l'exploitation de ressources marines du Mésolithique au Néolithique. La néolithisation marquée par le bouleversement des habitudes de subsistance entraîne des modifications des réseaux économiques, des changements culturels et sociaux au sein des populations concernées. De nombreux obstacles contraignent l'analyse des restes de la faune marine et les comparaisons pouvant être faites sur un site et entre sites d'exploitation appartenant ou non à la même période chronologique. Il s'agit de la conservation différentielle des restes par sites ou par unités stratigraphiques, des techniques de récolte des données, de la surface de fouille et de l'observateur.

La plupart des dépôts alimentaires mésolithiques de la Bretagne au Pays basque sont actuellement en position insulaire (à l'exception de Beg-er-Vil et Beg-an-Dorchenn) tandis que ceux du Néolithique le sont encore moins. Il est par conséquent important d'évaluer l'influence des distorsions du trait de rivage sur la répartition spatiale de ces sites-dépôts. A la fin de la transgression flandrienne, le trait de côte recule vers les terres tandis que de d'énormes quantités de sédiment viennent combler les baies et les estuaires, entraînant localement le rehaussement des fonds, voire une avancée du trait de côte (Barusseau et *al.*, 1976).

Nous avons vu que le niveau marin à la fin du Mésolithique varie suivant les auteurs, mais se situerait en moyenne 6 à 10 mètres plus bas que le niveau actuel (Ters, 1973 ; Morzadec-Kerfourn, 1974 ; Pinot, 1975 ; André, 1986 ; Pirazzoli, 1991 ; Magny, 1995). Ce niveau marin était encore plus bas au cours du Mésolithique moyen (20 à 30 mètres). Ceci pourrait expliquer l'absence de site côtier lié à la consommation des coquillages pour cette période le long de la façade atlantique de la France. Seuls les sites actuellement éloignés de 10 à 10 000 mètres du trait de côte ne seraient pas immergés. Les battements des eaux marines auraient enseveli ou érodé les sites situés à quelques mètres des rivages préhistoriques. Les sédiments quant à eux contribueraient à cette disparition par ensevelissement sous les zones abritées des estuaires et des baies (Berrou et Gouletquer, 1973 ; Kayser, 1991). Ce dernier phénomène expliquerait en partie la rareté des sites mésolithiques entre La Loire et La Gironde.

Au cours du Néolithique, le niveau marin est estimé à environ 3 à 5 mètres du niveau actuel (plus précisément au Néolithique final) (Pirazzoli, 1991 ; Gruet et *al*., 1992). Nous ne nous attarderons pas sur cette période, mais remarquons que les reconstitutions paléoenvironnementales montrent que la plupart des sites néolithiques actuellement localisés au bord des marais comblés étaient plus influencés par les courants marins qu'à l'époque actuelle (exemples d'Auzay, Champ-Durand, La Mastine, Pied-Lizet, Le Rocher, La Garenne

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

et de La Sauzaie). La rareté des sites pour cette période peut-être aussi due à la formation et au déplacement des dunes (Morzadec-Kerfourn, 1969), au nombre restreint des accumulations sur terrains acides (terrains granitiques en Bretagne). En effet, de récents travaux réalisés sur l'archipel de Molène ont révélé la présence de restes coquilliers anthropiques (exemple des sites de Béniguet et Beg ar Loued) au cours du Néolithique final (Pailler et Sparfel, 2002).

5-2- La faune marine : exemple de la malacofaune

Les taxons les plus exploités sont identiques au Mésolithique comme au Néolithique, ceci malgré des différences relevant de la faible occurrence des espèces dites accompagnatrices du fait de leur petite taille et de leur caractère aléatoire, d'où une relative permanence des ensembles fauniques naturels. Les faibles variations thermiques observées au cours de l'Holocène (Magny, 1995) se rapprocheraient alors de cette constance des cortèges fauniques. Une limite à cette interprétation est la sélection effectuée par les Hommes dans les milieux naturels du Mésolithique et du Néolithique.

L'acquisition de la malacofaune semble avoir privilégié les substrats rocheux au Mésolithique du fait de leur accessibilité et du repérage facile des coquilles (Dupont, 2003). Ceci n'altère en rien le caractère opportuniste de l'exploitation des différents environnements. La préférence du substrat rocheux dans la récolte des coquillages est aussi à lier à la présence majoritaire de ce substrat à proximité des sites étudiés. Des observations similaires ont été faites sur le site mésolithique irlandais de Ferriter's Cove où se superposent un substrat rocheux et substrat sableux (Mc Carthy et *al.*, 1999).

Les exploitations au cours du Néolithique ne dérogent pas à l'opportunisme humain. Comme au Mésolithique, les substrats rocheux présentent un attrait indéniable pour les mêmes raisons. Ce trait d'opportunisme est persistant malgré l'influence forte que peut avoir l'environnement proche des sites, notamment en zone marine confinée tels dans le marais poitevin et charentais où les espèces de milieu abrité sont fortement exploitées.

Au Mésolithique comme au Néolithique sur la majorité des sites littoraux, deux espèces de coquillages représentent la majorité de l'alimentation marine des populations côtières : il s'agit d'abord de la patelle (*Patella sp.*) et puis de l'huître plate (*Scrobularia plana*) (Dupont, 2003). Cette préférence a été observée sur la majorité des amas coquilliers de la façade atlantique situés à proximité des côtes rocheuses de l'Ecosse, du Portugal et de l'Irlande (Mellars, 1978 ; Russell et *al.*, 1995 ; Tavares da Silva et Soares, 1997, Mc Carthy et *al.*, 1999), à l'exception du site de Ferrister's cove en Irlande où la consommation de patelle est limitée en faveur des patelles des bas d'estran ayant une taille plus petite, mais un goût semble-t-il meilleur (Mc. Carthy et *al*., 1999). Ceci marque un choix culturel indéniable, malgré la présence de côte rocheuse proche du site Mésolithique. L'abondante exploitation de ce gastéropode conique à l'inverse des gastéropodes turbinés relève de son abondance, de sa récolte facile, et encore plus important de l'accessibilité à sa chair qui ne nécessite pas beaucoup d'énergie. Ces observations sont similaires à celles effectuées sur des sites du Néolithique. La patelle est par ailleurs l'un des coquillages le plus rentable de la côte atlantique (Mellars, 1978) et présente une proportion en chair comprise entre 46 et 60 % de l'animal frais (Dupont et Gruet, 2002). Aucune variation chronologique au sein des espèces récoltées pour la consommation n'a été observée. La sous-système technique de la consommation est orienté comme celui de l'acquisition dans le sens d'une faible dépense d'énergie (technique) et de l'opportunisme.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La différence majeure entre les exploitations mésolithiques et néolithiques pour la consommation relèvent de la quantité de coquilles consommées selon le substrat. En effet, la part du substrat rocheux s'accroît avec le temps. Ainsi, la collecte s'est focalisée à plus de 80 % sur ce dernier substrat au Néolithique (Dupont, 2003). De même, les rejets du Néolithique moyen présentent une plus grande sélection des espèces. En effet, les habitats du Néolithique ancien comportant de la malacofaune marine sont absents le long de la façade atlantique de la France. Ceci est sans doute la conséquence de la hausse continuelle du niveau marin dès le début du Néolithique. Les sépultures sont également peu représentées à ce stade (à l'exception de la sépulture double de Germignac en Charente-Maritime ; Laporte, 2002). Trois mille deux cent quatre vingt huit perles discoïdes en coquillage y ont été découvertes (Gaillard et *al*., 1984).

La sélection des ressources naturelles marines au Mésolithique et Néolithique, ainsi que leur surexploitation au Néolithique, sont deux caractères que l'on pourrait retrouver au sein des systèmes ou sous-systèmes de technologies lithiques. Ne serait-ce pas un trait récurrent dans l'évolution des pensées et des technologies au passage du Néolithique ? C'est-à-dire une production de masse, une économie d'énergie et de temps : ce qui suppose une avancée vers un système de production, de consommation et d'échange à la fois rapide et rentable.

L'industrie de la parure et de l'outillage dès le Mésolithique favorise l'exploitation de petits tests (*Littorina obstusata, Trivia monacha, Nassarius reticulatus* ; tous de la classe des gastéropodes). Ceci est une conséquence de leur faible encombrement, de leur poids et peut-être de leur fonction symbolique. Le nombreux stigmates d'usure observés sur les coquilles témoignent de leur utilisation tant au cours de la vie que sur les dépouilles des défunts. La faible utilisation des tests de petite taille débute dès le Néolithique moyen et s'accentuera aux stades suivants du fait d'un début de spécialisation dans la confection des parures par façonnage. Le façonnage important atténuera la reconnaissance de la matière première employée. La fabrication de céramiques vient accentuer l'utilisation des coquillages au Néolithique.

5-3- La faune terrestre

Le long de la façade atlantique de la France, les indices de passage d'une alimentation enrichie en produits marins vers des produits de l'élevage sont très épars. Tout comme la pratique de l'agriculture dès le stade final du Mésolithique marquée par la présence de céréales est discutée, la présence de certains restes de bovinés signalés à Beg an Dorchenn et de caprinés à Téviec (Péquart, et *al.*, 1937) est à ce jour sujette à polémique. La vérification des données archéozoologiques et archéobotaniques s'avère nécessaire. A quand peut-on dater ou situer l'apparition de signes d'agro-pastoralisation ?

Y'a-t-il aculturalisation des populations mésolithiques suite à l'avancée des peuples néolithiques ou tout simplement échanges de bons procédés entre peuples qui cohabitent ? Ce qui entraînerait dans une certaine mesure une « aculturalisation » ou « adoption » de nouveaux codes et moyens de vie. Il nous semble que les mêmes interrogations interviennent quelque soit l'activité humaine préhistorique, protohistorique ou même moderne.

Après les vérifications faites par A. Tresset (2002a), seul l'amas coquillier de Beg-an-Dorchenn renferme des restes de caprinés, de bovins (remontant à l'âge du fer) et de suinés. Les kjökkenmöddings de Téviec et Hoëdic n'ont révélé que la présence de mammifères sauvages. La présence de restes de bovins domestiques (*Bos taurus*) sous le cairn secondaire

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

du dolmen d'Er Grah à Locmariaquer (Tresset et Vigne, 2000) pose la question de transferts d'animaux par des colons néolithiques ? Les indices de céramiques cardiaux et épi-cardiaux en Centre-Ouest (Joussaume et *al*., 1986) et de sites du Villeneuve-Saint-Germain du Haut-Mée à Saint-Etienne-en-Coglès (Ille-et-Vilaine) (Cassen et *al.*, 1998), Bellevue à Neulliac et Dillien à Cléguérec (Morbihan) (Marchand et *al.*, 2006) rendent cette hypothèse possible. A ces indices céramiques et lithiques, se superposent des traces de gravure de bovins et corniformes (cornes sculptées sur les sites morbihannais de Arzon, Erdeven et Locmariaquer : Le Roux, 1992 ; signes en 'u' et en 'yokes' d'art mégalithique armoricain : Shee-Twohig, 1981) datant vraisemblablement de la fin du 5ème et début du 4ème millénaires qui pourront dans une certaine mesure être rapprochés des motifs corniformes des poteries de groupes néolithiques de Monbolo, Chambon et Castellic.
Les indices d'une introduction précoce d'animaux domestiques (en l'occurrence au sud de la Bretagne) ne permettent pourtant pas dans l'état actuel des recherches de comprendre les débuts de l'élevage dans cette région.

5-4- Un changement d'alimentation à la transition Mésolithique-Néolithique

Le passage du Mésolithique au Néolithique se traduit par l'adoption d'un mode alimentaire en grande partie terrestre au détriment des produits marins dominants au Mésolithique. Cette affirmation a pour fondements de nombreux résultats d'analyses en ^{13}C et ^{15}N sur des ossements humains en Bretagne (Téviec et Hoëdic) (Schulting, 1998 ; Schulting et Richards, 2001 ; Schulting, 2003, 2005) (Tabl. 2). En effet, ces résultats montrent que les populations de ces deux sites côtiers bretons auraient eu une alimentation enrichie de 50 à 80% de protéines marines. Notons que ces données isotopiques concordent avec des données obtenues en Ecosse (Richards et Mellars, 1998 ; Schulting, 1998), en Irlande (Schulting, 1999), en Angleterre et Pays de Galles (Schulting, 1998 ; Schulting et Richards, 2000) et au Portugal (Lubell et *al*., 1994). A travers ses travaux réalisés en Bretagne, R. Schulting montre qu'il existait une certaine interaction entre populations vivant dans une aire géographique restreinte se traduisant par des liens de mariages. En se basant en effet sur de nombreuses recherches ethnographiques qui suggèrent une densité moyenne de population de 0,1 personnes/km^2 sous climat tempéré au Mésolithique en Europe (Jochim, 1979 ; Rozoy, 1978, Hassan, 1981) ou de 0.01 à 0.02 personnes/km^2 (Smith, 1992), R. Schulting, suggère une densité de population un peu plus élevée sur les côtes (1 personne/km^2) qu'à l'intérieur des terres en Bretagne (0.1 personnes/km^2). Ceci entraînerait pour la survie des groupes l'établissement de mariages inter-groupes sur de faibles distances (entre groupes littoraux) voire grandes (vers l'intérieur des terres). Les valeurs isotopiques obtenues pour les jeunes femmes à Téviec et Hoëdic étant assez proches pourraient donner crédit à cette hypothèse.

Le mode de vie Mésolithique aurait alors disparu non pas parce qu'il ne serait plus viable économiquement, mais parce que sur le plan biologique les brassages successifs auraient entraîné une baisse de leur capacité à établir des mariages pouvant perpétuer les traditions « mésolithiques » : La technicité des groupes néolithiques contribuant fortement à ce déclin ou à l'établissement d'un Néolithique breton propre (du moins sur la côte). Tout ceci reste du moins très discutable dans l'état actuel des connaissances et vu le corpus archéologique étudié, mais important pour les perspectives à venir.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 2. Valeurs moyennes de $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ des groupes âge/sexe des sites de Téviec et Hoëdic (d'après Schulting, 2003).

Age/sexe	**moyenne**				
	$\delta^{13}C$	**sd**	$\delta^{15}N$	**sd**	**n**
Téviec					
homme adulte	-15.2	0.5	11.7	1.5	3
femme adulte	-15.9	0.8	10.2	2.7	4
mi-adulte	-14.2	0.3	14.1	0.5	3
total	-15.3 .	0.9	11.9	2.6	10
Hoëdic					
homme adulte	-13.8	0.5	13.4	0.8	4
femme adulte	-14.6	1.1	11.4	2.7	5
mi-adulte	-14.5	0.3	14.5	1.4	2
total	-14.3	0.9	12.6	2.1	11

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

DEUXIEME PARTIE

HISTORIQUE DES RECHERCHES ET CHRONOLOGIE DU MESOLITHIQUE ET DU NEOLITHIQUE DE L'OUEST DE LA FRANCE

1- Historique des recherches

1-1- Introduction

Au sein du Massif armoricain, la recherche archéologique a porté autour du XIX^{ème} siècle d'abord sur les gisements les plus évidents à la découverte. Ce sont plus précisément les mégalithes qui ont pour la première fois attiré les premiers explorateurs ou voyageurs.
Par la suite, des prospections ont été réalisées dans toutes les directions par les premiers pionniers de l'archéologie dans l'Ouest de la France. Les gisements de matériaux archéologiques en contexte funéraire subiront une surexploitation qui se poursuivra jusque dans les années 1900. Ce ne sera pas cependant la fin de leur attraction sur les prospecteurs et spécialistes. L'équipe de P.-R. Giot tentera d'établir un cadre chrono-culturel par la sériation du mobilier céramique (étude essentiellement basée sur les décors et de très rares études morphologiques et/ou fonctionnelles) et les premières datations au radiocarbone. Les études lithiques quant à elles sont au mieux abordées sous le seul aspect typologique.

Concernant le Mésolithique de la façade atlantique de la France, grâce aux fouilles réalisées par les époux Péquart sur les stations-nécropoles de Téviec (Morbihan) de 1928 à 1930 et Hoëdic (Morbihan) de 1931 à 1934, il a été mis en évidence l'existence de groupes appartenant à une « civilisation mésolithique en Bretagne » (Péquart et *al*.,1937 ; Péquart, 1954) ; caractérisée par une industrie lithique à microlithes géométriques et à outillage diversifié.
Les découvertes anciennes d'amas coquilliers sur le littoral breton, par exemple à La pointe de la Torche (Plomeur, Finistère) et celles plus spectaculaires des habitats-nécropoles de Téviec et Hoëdic ont longtemps fait penser que les populations mésolithiques de Bretagne étaient côtières et vivaient essentiellement de la collecte des coquillages et des crustacés : la chasse étant pour eux une activité occasionnelle ; d'où leur attribution d'un certain mode de vie sédentaire (Péquart et *al*., 1937). Les fouilles réalisées par O. Kayser de 1985 à 1988 n'ont apporté qu'un peu plus d'informations sur ce que l'on a longtemps considéré comme « le problème Mésolithique Breton » du fait de l'absence de réelle comparaison des matériaux appartenant aux cultures du Mésolithique et du Néolithique. Les dates radiocarbones démontrent la contemporanéité des groupes de derniers chasseurs avec ceux des bâtisseurs de Mégalithes (Giot, 1987 ; Giot et *al*., 1994). En effet ce contact est assez bien illustré par la présence au sein de certains sites de la fin du Mésolithique d'ossements d'animaux domestiqués (exemple des restes osseux de petits bovinés sur le site de Beg-an-Dorchenn et Hoëdic, une molaire de mouton ou de chèvre à Téviec). Des dates obtenues par A.M.S. sur les ossements de Téviec et Hoëdic (Schulting, 1999 ; Schulting et Richards 2001) donnent pour le Téviécien des dates situées en moyenne entre 5500-5000 ans avant J.-C., mais parfois un peu plus jeunes que celles de certains sites du Néolithique moyen comme celui de Lannec-er-Gadouer à Erdeven dans le Morbihan (Cassen, 2000). Les dates obtenues sur les coquilles des sites du Mésolithique final de Beg-an-Dorchenn et de Beg-er-Vil sont elles aussi parfois plus jeunes (4500 à 4400 ans avant J.-C.). Nous discuterons un peu plus loin de l'importance de ces dates.

L'omniprésence du mégalithisme en Armorique a même longtemps fait penser aux néolithiciens en l'existence d'un Néolithique primaire ou inférieur (Le Rouzic, 1933). La contemporanéïté du premier site Néolithique attestée en Bretagne (l'habitat du V.S.G. du Haut-Mée (Saint-Etienne-en Coglès, Ile-et-Vilaine) (Cassen et *al.*, 1998) avec les derniers chasseurs-cueilleurs est ainsi confirmée par ces dates.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Afin de pallier l'absence d'analyses objectives du mobilier lithique au sein du Mésolithique breton, des études de synthèse ont été réalisées par P. Gouletquer (1973) et J.-G. Rozoy (1978b), suivies par celles d'O. Kayser (1991, 1992). J.-G. Rozoy a ainsi proposé la présence au Mésolithique ancien et moyen d'un groupe Sud-breton évoluant vers deux entités culturelles bien définies de part et d'autre de la Loire (Retzien au sud et Téviecien au nord), et qui présentent cependant des caractères matériels communs (Tabl. 3 et 4). L'évolution des phases récente et finale est calquée sur celles du sud-est de la France, suite à la profusion d'informations liée aux travaux d'O. Kayser, notamment sur les amas coquilliers de Beg-an-Dorchenn de 1984 à 1988 (Plomeur, Finistère) et de Beg-er-Vil de 1985 à 1988 (Quiberon, Morbihan), et aux travaux de P. Gouletquer à Kergalan, Kervouyen et Ty Nancien (Plovan, Finistère). Ce modèle d'évolution a été bouleversée et remplacée par l'idée d'une évolution autonome marquée par une quasi augmentation continuelle du taux de trapèzes symétriques au fil du temps (Tabl. 3 et 4).

L'absence d'informations concernant le Mésolithique en Basse Bretagne a entraîné la mise sur pied vers la fin des années 80 par P. Gouletquer et son équipe de campagnes de prospections de surface. Les trouvailles de M. Le Goffic (1994) au Drennec (Commana, Finistère) et de J.-M. Moullec (1986) à Kerbizien (Huelgoat, Finistère) ont très rapidement été confirmées à la suite de ces travaux. Suite aux découvertes d'habitats au cœur des Monts d'Arrée (La Presqu'île de Brennilis, Finistère) et dans la vallée de l'Aulne, la notion d'un Mésolithique côtier breton n'avait plus de raisons d'être. P. Gouletquer proposa par la suite un modèle d'occupation de l'espace basé sur la complémentarité des sites côtiers et de l'intérieur ; trois types d'implantations principales se distinguent :

- le premier groupe comprend les sites situés sur la côte et les zones proches. Dans ces sites le silex domine largement sur les autres matériaux et ce à tous les stades du débitage,

- le second groupe comprend des sites à matériaux concurrents du silex et ce parfois dans des pourcentages très élevés. Il s'agit de sites situés en moyenne entre 15 et 20 km de la côte,

- situés à plus de 40 km des côtes, des sites de l'intérieur des terres constituent un troisième groupe. Il s'agirait de sites implantés principalement en bordure des grandes rivières ou de marais (exemple de La Presqu'île de Brennilis). Dans ces situations les matériaux autres et le silex seraient en proportions variables, diminuant au fur et à mesure que l'on s'éloignerait des gisements bruts de roche.

1-2- Terminologie de la chronologie

1-2-1- Le Mésolithique

Afin de regrouper les groupes de peuplements humains suivant les principales mutations de leur ensemble technique, le Mésolithique et Néolithique ont fait l'objet d'une subdivision en plusieurs phases chrono-culturelles. La terminologie que nous utiliserons obéit aux définitions les plus acceptées en France.
L'utilisation du terme de Mésolithique préféré à celui d'Epipaléolithique, est due au fait qu'il permet de bien différencier les cultures du début de l'Holocène à celles du Paléolithique aux quelles elles succèdent.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 3. Principaux points du système chronologique de J.-G. Rozoy (1978b) et G. Marchand (1999), au sud de la Bretagne et à l'embouchure de la Loire. Les sites Principaux sont en italique.

	Nom des groupes ou des sites	**Eléments diagnostics**
Stade récent	**Téviecien** en Bretagne-sud *Téviec, Hoëdic*	-Absence de microburins -Très rares lames et lamelles Montbani -Faible taux d'armatures -taux de trapèzes asymétriques (de Téviec) supérieur à celui des trapèzes symétriques -Triangles scalènes à petits côté concave -Absence de retouches inverses rasantes
	Retzien au sud de l'embouchure de la Loire *Le Porteau, La Gilardière, Biochon*	-Microburins abondants -Armatures du Châtelet/armatures à éperon -Trapèzes asymétriques et symétriques -Présence de retouches inverses rasantes
Stade moyen du groupe Sud-breton	*Saint-Gildas*	-faible taux de triangles isocèles -Taux de trapèzes symétriques supérieurs à celui des trapèzes asymétriques
Stade ancien du groupe Sud-breton	*Kerjouanno* *Saint-Gildas*	-Fort taux de triangles isocèles -Triangles scalènes sans petit côté concave -Premiers trapèzes atypiques

Tabl. 4. Principaux points du système chronologique d'O. Kayser (1989, 1991) et de G. Marchand (1999) pour les phases anciennes au sud de la Bretagne. Les sites Principaux sont en italique.

	Nom des groupes ou des sites	**Eléments diagnostics**
Stade récent et final	**Téviecien en Morbihan**	-Style de débitage « régulier » -Absence de retouches inverses rasantes
	Téviec, Hoëdic	-Trapèzes asymétriques, trapèzes symétriques, triangles scalènes à petit côté concave
	Kerhillio	-Augmentation du taux de trapèzes symétriques -Aparition des couteaux à dos
	Beg-er-Vil	-Présence exclusive de trapèzes symétriques -Couteaux à dos -Débitage d'éclats prépondérant
	Groupes à trapèzes en Finistère *Beg-an-Dorchenn,* *Ty Nancien*	-Débitage Montbani régulier -Apparition du débitage par percussion bipolaire sur enclume -taux de trapèzes symétriques supérieurs aux trapèzes asymétriques -Très rares retouches inverses rasantes
Stade ancien et moyen	**Groupe morbihanais** *Guernéhué,* *Er-Fons/Biléric, Kerjouanno*	-Triangles scalènes et isocèles -Pointes à base concave -Débitage de style coincy -Microburins
	Industrie de type Bertheaume (Finistère)	-Débitage sur éclat (nucléus-rabot) -Hypermicrolithisme (lamelles étroites, triangles scalènes, pointes)
	Kergalan	-Quelques triangles isocèles
	Kervouyen	-Absence de triangles isocèles

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Plusieurs paramètres contribuent à la discrimination de cette époque en Europe de l'Ouest bien que la prédation semble être le mode de vie comme dans les périodes précédentes. On peut citer : les armatures microlithiques, les changements dans l'art et peut-être de la manière de penser.
En France, le Mésolithique est scindé en 4 principales phases (Rozoy, 1978b ; Thévenin, 1991 ; Marchand, 1999).

1-2-1-1- Le Mésolithique ancien

S'étendant approximativement sur le IX^{ème} et VIII^{ème} millénaire avant J.-C., il comprend principalement les triangles isocèles et à pointes, fabriqués à partir de lamelles aux nervures assez sinueuses (style de Coincy de Rozoy, 1978a et b). O. Kayser a proposé une subdivision du Mésolithique ancien de l'Ouest de la France en trois grand groupes : le groupe Bertheaume, le groupe de la Manche et le groupe ligérien.

Défini pour la première fois par P. Gouletquer, le groupe Bertheaume est marqué par un fort développement du microlithisme, voire de l'hypermicrolithisme (Gouletquer, 1973). Les « lamelles Bertheaume », très étroites et possédant un ou deux bords abattus et ne dépassent guère trois millimètres de largeur, avec un rapport $L/l \geq 4$ (L= longueur, l= largeur).

Le groupe ligérien, à l'inverse du groupe Bertheaume précédemment défini, est marqué par une faible proportion de lamelles à un ou deux bords abattus. Comme dans le cas du groupe précédent, le détail des industries caractéristiques ne fera pas l'objet d'un examen approfondi.

Le troisième groupe se rencontre sur les côtes de la Manche et est essentiellement composé de pointes à base naturelle ou faiblement aménagée, associées à des lamelles à un bord abattu.

1-2-1-2- Le Mésolithique moyen

Sur l'ensemble du territoire français, les triangles scalènes remplacent les isocèles. Sur le plan de la production lithique, on note une continuité avec le Mésolithique final (typologie et technologie). Les datations au radiocarbone situent cette phase au VII^{ème} millénaire avant J.-C. (Blanchet et *al.*, 2006). Le Mésolithique moyen est très important pour l'appréciation des changements s'opérant du Mésolithique récent et final au Néolithique ancien. En effet, en Bretagne, l'utilisation quasi exclusive du silex est une constante au cours du Mésolithique moyen.

Le groupe Bertheaume, qui s'émancipe à l'Ouest du Massif armoricain au courant du Mésolithique est essentiellement connu par des assemblages du littoral actuel. Au delà du secteur côtier, ce groupe est connu à l'intérieur des terres grâce aux sites de la Villeneuve (Locunolé), de Quillien (Le Cloître-Saint-Thégonnec). Les affinités du groupe breton avec le Sauveterrien sont peut-être indéniables (triangles scalènes et lamelles à dos), mais de forts éléments de différence les éloignent : rareté de segments et absence de pointes de Sauveterre (Yven, 2004 ; Blanchet et *al.*, 2006). On ne saurait voir alors dans le groupe de Bertheaume une extension septentrionale du Sauveterrien. Le groupe Sud-breton est marqué par la disparition sans doute progressive des triangles isocèles à l'avantage des triangles scalènes (Rozoy, 1978b ; Kayser, 1991). Le Mésolithique moyen du Nord-Cotentin se différence du groupe Bertheaume par une importance accrue du débitage bipolaire (Lefèvre, 2000).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-2-1-3- Le Mésolithique récent et final

Caractérisée par l'adoption des industries sur lames et lamelles larges et régulières (style Montbani de Rozoy), avec des trapèzes, le Mésolithique récent marque la plus grande rupture dans la composition des industries. Le Mésolithique récent débuterait dès la première moitié du VII^{ème} millénaire avant J.-C.

Le Mésolithique final est caractérisé par le développement des retouches inverses rasantes sur les armatures, qualifiées d' « armatures évoluées ». En Bretagne, on n'adoptera pas ce mode de retouche. La proximité du Néolithique et les inévitables contemporanéités entre les groupes humains des deux civilisations se traduisent par une continuité de certaines formes et techniques. Au sein du Massif armoricain, il se subdivise en deux entités géographiques situées de part et d'autre de la Vilaine et de la presqu'île de Rhuys : Téviecien et Retzien (Rozoy, 1978b ; Marchand, 1999).

Les notions de premier et second Mésolithique sont employées pour situer chronologiquement les changements s'opérant entre le début du IX^{ème} - début du VIII^{ème} millénaire avant J.-C. et le début du VI^{ème} millénaire avant J.-C.. Le premier Mésolithique regroupe l'ensemble des caractères du Mésolithique ancien et moyen définis en amont. Le second Mésolithique (Téviecien et Retzien) constitue la phase la plus la plus documentée, notamment en Bretagne grâce aux amas coquilliers du sud de la péninsule armoricaine. Le Téviecien (GEEM, 1969), se trouve ainsi caractérisé dans sa première phase de développement par la prédominance des triangles scalènes et trapèzes asymétriques (nommé faciès Hoëdic ; Costa et Marchand, 2006). La seconde phase du Téviecien voit l'essor des trapèzes symétriques (faciès Beg-er-Vil).

Le Retzien, localisé en Vendée et en Loire-Atlantique a été défini par R. Joussaume, J.-G. Rozoy et M. Tessier dans les années 70. Il se caractérise par l'utilisation d'armatures du Téviécien, accompagnées par des trapèzes du Payré, des armatures dites évoluées (armatures à éperon, armatures du Châtelet) et surtout de l'utilisation du procédé du microburin pour la fracturation des lames lors de la production d'armatures. G. Marchand (1999, 2000) a proposé une évolution de cette entité culturelle sur la base de la présence ou de l'absence des armatures au sein des gisements. Il constate une augmentation des armatures évoluées de la phase ancienne du Retzien, accompagnant une suprématie des trapèzes symétriques sur les trapèzes asymétriques.

1-2-2- Le Néolithique

La division du Néolithique quant à elle est sujette à plusieurs désaccords. La chronologie pan-européenne développée par J. et M. Lichardus afin de mieux comprendre le Néolithique, soumet sur de vastes territoires, la différenciation entre les groupes du Néolithique et du Chalcolithique (Lichardus et *al*., 1985). Ainsi, au sein du Massif armoricain, le Néolithique moyen de l'Ouest de la France se trouvera scindé en Néolithique récent pour son étage le plus ancien et Chalcolithique ancien pour le plus récent. Nous n'adopterons pas ici cette terminologie pan-européenne, mais plutôt une terminologie classique en France.

Le Néolithique, s'étalant de 4700-2000 ans avant J.-C. regroupe différents faciès chrono-culturels ayant en commun le mode de vie agropastoral ou sédentaire, mais aussi la culture matérielle et le bagage technique.
A travers le temps, la relative hétérogénéité des occupations humaines néolithiques (habitats, ateliers de productions, structures funéraires…) a conduit à différencier les groupes culturels

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

néolithiques essentiellement grâce à l'étude techno-typologique de la production céramique. Il convient alors de confronter ce schéma avec les résultats que l'on pourrait tirer de l'étude d'une autre production domestique : le matériel lithique. Des travaux récents ont été réalisés dans cette optique par J.-N. Guyodo (2001), N.-G. Hamon (2003), S. Blanchet (2006) et G. Marchand et *al.* (2006).

1-2-2- 1- Le Néolithique ancien

Sur le territoire français, il débute avec l'arrivée des courants de néolithisation méditerranéens (céramique imprimée : l'Impressa et le Cardial) et centre-européens (céramique linéaire : le Rubané Récent du Bassin parisien (R.R.B.P.) et le Villeneuve-Saint-Germain (V.S.G.). Le courant méditerranéen commencerait autour de 5800-5600 ans avant J.-C. Une seconde phase apparaîtrait autour de 5300 ans avant J.-C. pour s'achever vers 4900-4800 ans avant J.-C. (Binder, 1995), et comprend des faciès régionaux tels le Cardial à zonation horizontale en Provence et l'Epicardial en Languedoc. Le courant Rubané correspond au Néolithique moyen européen et occupe le Nord de la France entre la fin du VI^{ème} début V^{ème} millénaire avant J.-C.

Le site du Haut-Mée (Saint-Etienne-en-Coglès, Ille-et-Vilaine), met en évidence l'implantation d'un village de pionniers ou de leurs descendants directs (Cassen et *al*., 1998) avec conservation de techniques. Ceci est révélée par le plan de l'habitat, les méthodes de taille du silex et les styles céramiques caractéristiques de la fin du Néolithique ancien du style **Villeneuve-Saint-Germain** (fin du Rubané). La fouille préventive réalisée sur ce site a permis de reculer les datations les plus hautes du Néolithique ancien aux alentours de 4700 ans avant J.-C..
Les témoignages du Villeneuve-Saint-Germain commencent à être nombreux dans l'Ouest de la France car le constat de la présence effective de ce groupe est maintenant assuré. Les éléments permettant de reconnaître ce Néolithique ancien sur la côte Nord de la Bretagne sont des éléments de céramique avec entre autres des impressions digitées ou de forts cordons obliques associés à des boutons placés sous le bord, ainsi que des éléments lithiques (grandes lames en silex tertiaires, etc.) (Cassen et *al*., 1998). Ces mêmes témoins se rencontrent le long du cours inférieur de la Loire (Cassen et *al*., 1999) .
De récents indices du Villeneuve-Saint-Germain ont été observés en centre Bretagne. Il s'agit des sites de Pluvignon (Betton, Ille-et-Vilaine) (Blanchet, 2006), du Dillien (Cléguérec, Morbihan) et de Bellevue (Neulliac, Morbihan) (Marchand et *al.*, 2006). Ces deux dernières occurrences représentent les signes du Néolithique ancien le plus à l'Ouest de la France.

Plus au Sud de la Loire, il existe le groupe culturel du **Néolithique Ancien Centre Atlantique (N.A.C.A)**. Ce sigle a été proposé par R. Joussaume (1981, 1986). Il est marqué par la présence de tessons sur estrans et vallées, principalement sur les plages de Bâtard à Brétignolles-sur-Mer, du Rocher à Langeville et de Grouin-du-Cou à la Tranche-sur-Mer (Joussaume et *al.*, 1979 ; Joussaume et *al.*, 1986) ; ou sur certains sites insulaires tels que le Gouillauds au Bois-Plage-en-Ré (Pautreau, Robert, 1980) ; à l'Abri-des-Rocs à Bellefonds et les Ouchettes à Plassay (550 tessons dans l'US 30 ; Laporte et *al.*, 2002), la Grange à Surgères (Laporte et *al.*, 2000).
Situés au Sud de l'embouchure de la Gironde, les sites d'estran de la Lède-du-Gurp à Grayan-et-l'Hôpital (Roussot-Larroque et Villes, 1988) et de la balise à Soulac (Moreau, 1983) s'intègrent dans cet ensemble néolithique.
Les productions céramiques du N.A.C.A. sont caractérisées par des formes simples en sphère, à col plus ou moins prononcé ; une ornementation située dans la partie supérieure du vase ;

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

des décors en bandes et couvrantes ou en rubans orthogonaux ; des impressions au cardium, au doigt, à la spatule et à la baguette, etc. (Laporte , 1997 ; Laporte et *al.*, 2002).
Les données de l'industrie lithique montrent une production d'éclats et de lames irrégulières sans agencements volumétriques complexes (Marchand, 1999). Les flèches tranchantes trapézoïdales à retouches abruptes, les perçoirs (sur lame ou éclat), les lames à bord abattu convexe et les grattoirs constituent la principale composante de l'outillage. Il existe également une armature du Bétey aux Ouchettes.

1-2-2-2- Le Néolithique moyen

Le Néolithique moyen est connu dans l'Ouest de la France surtout en contexte funéraire et est subdivisée en deux phases :

- une première phase (Néolithique moyen I) est fortement influencée par le Cerny du Bassin parisien. Le Castellic ancien en Bretagne est une variante de celle-ci. Datée au radiocarbone, cette particularité régionale se situe entre 5700 et 5300 BP, soit 4600 à 4300 ans avant J.-C. En Poitou-Charentes, on note des affinités entre la céramique de Chambon et celle du Cerny du Bassin parisien, mais présente des influences méridionales du Montbolo et du groupe de Vases à Bouches Carrées (Irribarria 1995, 1996),

- la seconde phase du Néolithique comprend le Castellic récent et des groupes sous-régionaux fortement influencés par le Chasséen (Souc'h, Colpo, etc.).

Seules l'architecture funéraire ou la production céramique auront servi à différencier les deux étapes du Castellic (Boujot & Cassen, 1992 et 1998).
L'existence d'un véritable Cerny a été confirmée par la découverte de céramique type Cerny-Barbuise sur les sites d'habitats de Port-aux-Anes (Préfailles, Loire-Atlantique) (Tessier, 1996 ; Marchand, 1999), de la Mainguinière (Saint-Michel-Chef-Chef) (Guyodo et *al.*, 2000). A l'inverse du Cerny-Barbuise (étape récente du Cerny), le Cerny-Videlles (étape ancienne du Cerny) défini par Constantin dans le Bassin parisien (Constantin, 1985) n'est pas réellement reconnu à l'extrême Ouest de la France.

Le Chambon (en Poitou-Charentes) est synchrone du Cerny du Bassin parisien. Cependant les décors de la céramique de Chambon (décors plastiques) sont différents de ceux du Cerny (décors au poinçon). C'est grâce aux travaux de G. Cordier (Cordier, 1963) dans les sablières de Chambon en Indre-et-Loire et de G. Bailloud (Bailloud, 1971) que l'on a révélé l'existence de la culture de Chambon. De récents travaux, réalisés à Ligueil par A. Villes (Villes, 1984 ; 1987) et à Muides-sur-Loire et Contres par R. Irribarria (Irribarria, 1995 ; 1997), tous situés en Indre-et-Loire, apportent de nouveaux éléments sur la connaissance de cette culture qui s'étend des marges du Massif armoricain à l'ouest jusqu'à l'extrémité est du Bassin parisien (Hamon et *al*., 1997).
On pourrait envisager une division du Chambon en trois étapes par étude comparative de la céramique de plusieurs sites d'habitat :

- la phase la plus ancienne tirerait certains de ses traits céramiques du Villeneuve-Saint-Germain (étape récente) ou Augy-Sainte-Pallaye et présente des caractères communs avec le Cerny,
- dans une seconde phase, le Chambon se différencie beaucoup plus franchement du Cerny : apparition de plats à pain, vases à ouverture déformée,

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

- de nouvelles influences méridionales apparaissent dans la phase la plus récente du Chambon (groupe des Vases à Bouches Carrées du nord de l'Italie).

L'adoption de la carène, de la paroi segmentée et du point d'inflexion dans la production céramique permet d'identifier la phase ancienne du Chasséen au nord-ouest de l'Europe. De même, les influences chasséennes semblent se généraliser au cours de la seconde phase du mégalithisme car elles se rencontrent dans les ensembles céramiques des dolmens à chambres peu différenciées, compartimentées ou transeptées.
Dans le sud de la Bretagne, la production céramique du Castellic a été identifiée au sein de l'habitat du Lann Vras (Carnac, Morbihan) lors de fouilles organisées par F. Gaillard en 1891. Ce n'est qu'en 1971 que J. L'Helgouac'h introduira le terme de Castellic pour les céramiques carénées supposées contemporaines du Chasséen. A présent, le Castellic se subdivise en deux phases chronologiques (Boujot & Cassen, 1992 ; 1998). J.-N. Guyodo (2001) intègrera par la suite la phase ancienne du Castellic dans le Néolithique moyen I et la phase récente dans le Néolithique moyen II.
Nous ne reviendrons pas sur ces attributions chrono-culturelles qui sont pour l'instant sujettes à discussion.

1-2-2-3- Le Néolithique récent

Le Néolithique récent dans l'Ouest de la France est à présent subdivisé en plusieurs styles décrivant des ensembles géographiques distincts. Sur le Massif armoricain en particulier, on distincte le style Groh-Collé/Rosmeur, de Conguel et de Kerugou.

En l'absence de datations absolues pour le style Groh-Collé/Rosmeur, seules les variations du style de céramique permet de le différencier du style Kerugou. Le style Groh-Collé a pour origine les sites éponymes de Groh-Collé (Saint-Pierre-Quiberon ; Le Rouzic, 1913) et l'ensemble funéraire de Rosmeur à Penmarc'h. Les décors de céramique sont simples en lignes circulaires irrégulières, ou en groupe de lignes verticales, ou encore mixtes (lignes circulaires irrégulières recoupées de lignes verticales ou de croisillons).

La datation stricte du groupe de Conguel est difficile. Les indices de ce groupe se cantonnent essentiellement au littoral sud-morbihannais, en contexte funéraire (dolmen de Kervilor, La Trinité-sur-Mer ; sépulture coudée du rocher au Bono), mais très rarement en contexte d'habitat (Er-Yoh, Groh-Collé).

Le groupe de Kerugou a été défini à partir de la production céramique des monuments mégalithiques dits évolués : sépultures en équerre, sépultures à entrée latérale, dolmens en « T » (dont le dolmen éponyme de Kerugou à Plomeur, Finistère) (L'Helgouac'h, 1965). Les céramiques sont à fond plats épais et de forme carénée. Les céramiques du groupe de Kerugou semblent absentes totalement du centre et du nord de la Bretagne et les datations s'étalent de 3800 à 2200 ans avant J.-C.. Les dates les plus anciennes restent liées à la phase finale du groupe. Les dates les plus récentes sont obtenues dans la tombe à couloir du Goêrem à Gâvres (Morbihan ; 3050 – 2200 ans avant J.-C.) . Le Kerugou semble alors relativement antérieur aux ensembles clos à affinité Seine-Oise-Marne (3100 – 2450 ans avant J.-C. ; Liscuis III, Laniscat, Morbihan).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-2-2-4- Le Néolithique final

Trois groupes, ont été différenciés : le groupe Quessoy (L'Helgouac'h et Le Roux, 1965), le Crec'h Quillé/Le Mélus et l'Artenac (Bailloud et Burnez, 1962).

Le Crec'h Quillé et le Quessoy sont définis à partir d'ensembles funéraires. Le Crec'h Quillé et le Mélus sont localisés dans le nord de la Bretagne et influencés par la culture Seine-Oise-Marne. Les ensembles funéraires regroupent en effet des vases dits en pots de fleurs, des bouteilles à collerettes et des poignards en silex turonien du Grand-Pressigny, des haches polies en dolérite et en silex. Influencé par le style Kerugou qui lui est antérieur, certains auteurs pensent qu'il faudrait y voir un Kerugou sans décor (Guyodo, 2001).

Le Quessoy est influencé par le Kerugou et le Seine-Oise-Marne. Son aire d'expansion ne se limite pas uniquement au domaine nord-armoricain (nord et est de la Bretagne), mais aussi à l'extrémité occidentale du Bassin parisien (Lion d'Angers, Maine-et-Loire, L'Helgouac'h, 1980 ; Eteauville, Lutz-en-Dunois, Eure-et-Loir, Nouel et *al*. 1965) et au nord de la France (Séclin, Nord ; Piningre, 1985). Les dates obtenues pour ce groupe se concentrent de 2900 ans avant J.-C. à 1300 ans avant J.-C. et montre ainsi une relative contemporanéité avec le Campaniforme. Elles restent cependant très concentrées dans la seconde moitié du troisième millénaire.

L'Artenac (site éponyme de la grotte d'Artenac, Saint-Mary ; Charente), désigne les sites de contexte funéraires situés en Centre-ouest de la France (Bailloud et Burnez , 1962). La subdivision chrono-évolutive de cette culture est synthétisée par C. Burnez et P. Fouéré (1999) et J.-N. Guyodo (2001). Certains auteurs subdivisent l'Artenac en trois phases : l'Artenac I, l'Artenac IIa et l'Artenac IIb (clairement reconnue à Diconche, Saintes ; Charente-Maritime).

2- Les limites chronologiques dans l'Ouest de la France: les datations

Le manque de dates fiables par le radiocarbone est une conséquence directe du nombre très restreint de fouilles réalisées. De plus, on note un vieillissement des dates suite à l'unique utilisation des restes coquilliers. Les valeurs dites du « réservoir » permettent après calibration de pondérer ces estimations (elle est de 400 ans à l'échelle mondiale, avec une variation ΔR de 3 ± 40 ans pour la façade atlantique de la France) (Stuiver et Brazuinas, 1993 ; Stuiver et Reimer, 1993). Tout comme les valeurs des courbes bathymétriques, ces valeurs de correction dépendent de la position géographique des océans et de leurs caractères propres.
Les résultats identiques de datation sur charbons et coquilles montrent les limites de cette calibration pour certains sites du Mésolithique récent et final, à l'instar du site de Beg-an-Dorchenn (Tabl. 6, Annexe 1). La manipulation des dates radiocarbones devient difficile. C'est aussi le cas de certaines cultures du Néolithique ancien qui suscitent diverses interprétations. Ainsi des faisceaux de dates parallèles pourront être considérées comme indices de la coexistence culturelle : il s'agit là de l'hypothèse polyphylétique lancé par Binder pour caractériser les rapports Castelnovien / Cardial en Provence (Binder, 1987). Ces faisceaux de dates peuvent aussi faire l'objet d'un rejet de la part de certains chercheurs qui y voient une succession de cultures. Le sens des échanges étant alors parfois confus : c'est le cas de la coexistence Rubané Récent du Bassin Parisien / Villeneuve-Saint-Germain considérés non pas comme synchrones, mais comme successifs pour C. Constantin (1985, 1986), et du second vers le premier pour D. Cahen et E. Gilot (1983) de même que J. Roussot-Larroque (1993).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

L'on ne peut cependant négliger les dates disponibles. L'alignement des dates permet de mieux visualiser l'écart de temps au cours duquel se réalisent les transitions culturelles. Les écarts brusques ou lents pourraient alors être mieux appréciés entre sites à technologies différentes ou progressives.

2-1- Le Mésolithique ancien et moyen

Le Mésolithique ancien et moyen en Bretagne souffre des conditions de conservation des restes osseux très défavorables tout comme de l'absence de stratigraphies de grande amplitude et non perturbées. De plus, le manque de datations radiocarbones référentielles rend problématique l'établissement d'un cadre chronologique fiable.
La date obtenue sur charbon sur le site du Crann Izella (La Forest-Landerneau, Finistère) se rapproche de celles du Gildasien, stade moyen du Mésolithique à l'embouchure de la Loire. A l'inverse, les trois autres dates (Fig. 3, Tabl. 5, Annexe 1) sont contemporaines du Groupe de Berthaume. L'écart de près de 1500 ans entre la date calibrée de Crann Izella et les dates calibrées des trois autres sites nous laisse penser que le site de Crann Izella appartiendrait au Mésolithique moyen breton contemporain du Gildasien.
Les sites de Toul-an-Naouac'h (Plougoulm), de Quillien (Le Cloître-Saint-Thégonnec) et de Le Bilou (Le Conquet), tous situés dans le Finistère datent du Mésolithique moyen ou premier Mésolithique (Groupe de Bertheaume). La présence de lamelles et de pointes très étroites à bords abattus atteste de cette attribution culturelle (Kayser et *al*., 1990 ; Kayser et Blanchet, 1999; Yven et Léopold, 2003 ; Blanchet et *al.*, 2006).
Le palier constitué par les dates autour de 8100 –8000 ans avant J.-C., est une limite à l'utilisation des datations radiocarbones.

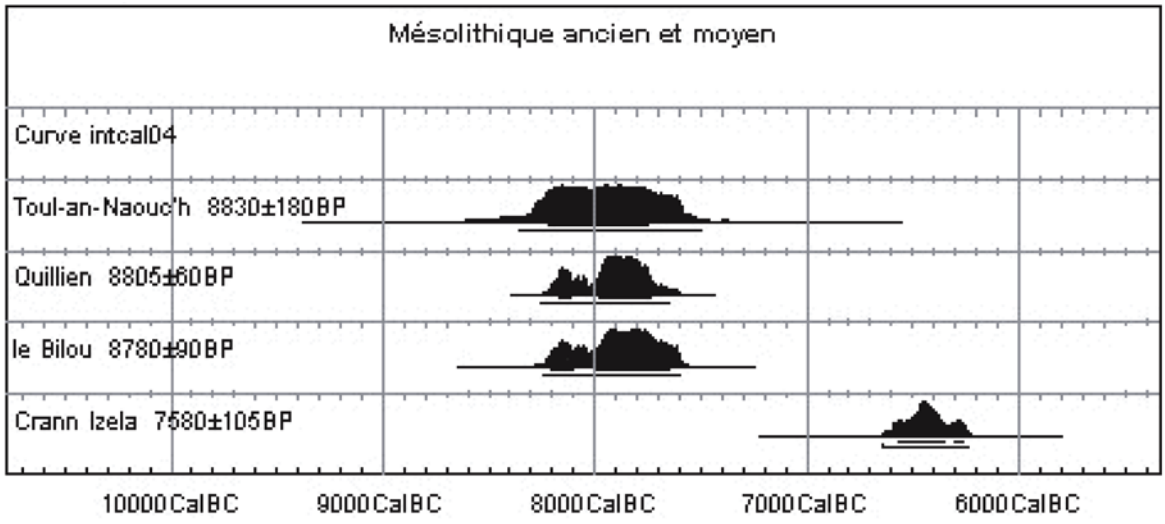


Fig. 3. Calibration des dates radiocarbones de quelques sites du Mésolithique ancien et moyen en Bretagne.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-2- Le Mésolithique récent et final

Les sépultures de Hoëdic et Téviec sont importantes et ont ainsi fait l'objet de très nombreuses datations notamment les plus récentes réalisées par R. Schulting (1999, 2005).

La calibration des dates radiocarbones est difficile, notamment pour les échantillons d'ossements humains des sites de Téviec et Hoëdic, du fait de l'alimentation de ces populations ayant occupées ces stations. En effet, malgré l'estimation de l'effet réservoir moyen des océans à 400 ans, la quantité de produits marins et le taux d'influence de l'alimentation sur les dates sont mal appréhendées. Les travaux de R. Schulting sur la fraction isotopique stable $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ auront permis d'évaluer la consommation de produits marins des sites de Téviec (50% à 70%) et de Hoëdic (70% à 80%) (Schulting, 2003 et 2005 ; Schulting et Richards, 2001). Après correction de la fraction isotopique $\delta^{13}C$ et en tenant compte de l'effet réservoir ainsi que de la proportion de produits marins consommés (Fig. 4 et 5 ; Tabl. 6 et 7, Annexe 1), on constate un fort étalement des dates calibrées sur le site de Hoëdic où la population a consommé de fortes quantités de produits marins. De plus, la fraction isotopique $\delta^{13}C$ est plus élevée en général chez les hommes que chez les femmes et augmente avec l'âge et la proportion en produits marins consommés (Schulting, 2003 et 2005 ; Schulting et Richards, 2001). On constate également que les dates radiocarbones obtenues sur coquilles que ce soit sur le site de Saint-Gildas (Pornic, Loire-Atlantique) ou sur le site de Beg-an-Dorchenn (Plomeur, Finistère) (Fig. 4 et 5 Téviec, Hoëdic, Coquilles ci-dessous) sont assez distantes. On obtient alors sur le site de Hoëdic de nombreuses dates inférieures à 4700 ans avant J.-C.. Une seule date s'écarte de la moyenne à Téviec (Oxa-6662 : 4420-4140 ans avant J.-C.). A Hoëdic, la date la plus récente (Oxa-6705 : 3840-3530 ans avant J.-C.) pose la question d'un probable homme du Néolithique qui se nourrirait uniquement de produits marins et de fruits comme l'avait posé R. Schulting (2005). L'auteur rejette cette hypothèse car au Néolithique moyen II sur le site funéraire de Port Blanc (Saint-Pierre-de-Quiberon), la fraction marine de l'alimentation estimée est comprise entre 10% et 20%. Il se pose par la même la question de la contemporanéité de deux communautés mésolithique et néolithique, malgré l'absence de traces de contacts. Les dates obtenues sur les charbons de Beg-an-Dorchenn et de Kerliézoc sont cohérentes avec celles de Téviec.

La valeur de l'effet réservoir est une grande limite à la calibration. L'étalement des dates radiocarbones obtenues sur les coquilles d'un même amas coquillier est sans doute une conséquence de la variation de cette valeur. La valeur de $\Delta R = 3 \pm 40$ ans considérée comme constante le long de la façade atlantique de l'ouest de la France est à revoir. L'influence de la nature des coquillages sur le calcul valeur de l'effet réservoir a été démontrée par C. Oberlin sur le site de Beg-an-Dorchenn (Dupont et *al.*, 2006). En effet, les dates obtenues sur les coquilles de *Littorina* sont plus anciennes de 200 à 300 ans que les dates sur *Venerupis*, *Scorbulina*, *Ostrea*, *Patella* et *Cerastoderma.*
L'estimation de l'effet réservoir doit alors être évaluée pour chaque zone du littoral en tenant compte des différentes espèces marines analysées. L'ensemble des dates calibrées se trouvent en moyenne dans l'intervalle 5500 – 4700 ans avant J.-C. pour le Mésolithique récent et final de l'Ouest de la France.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

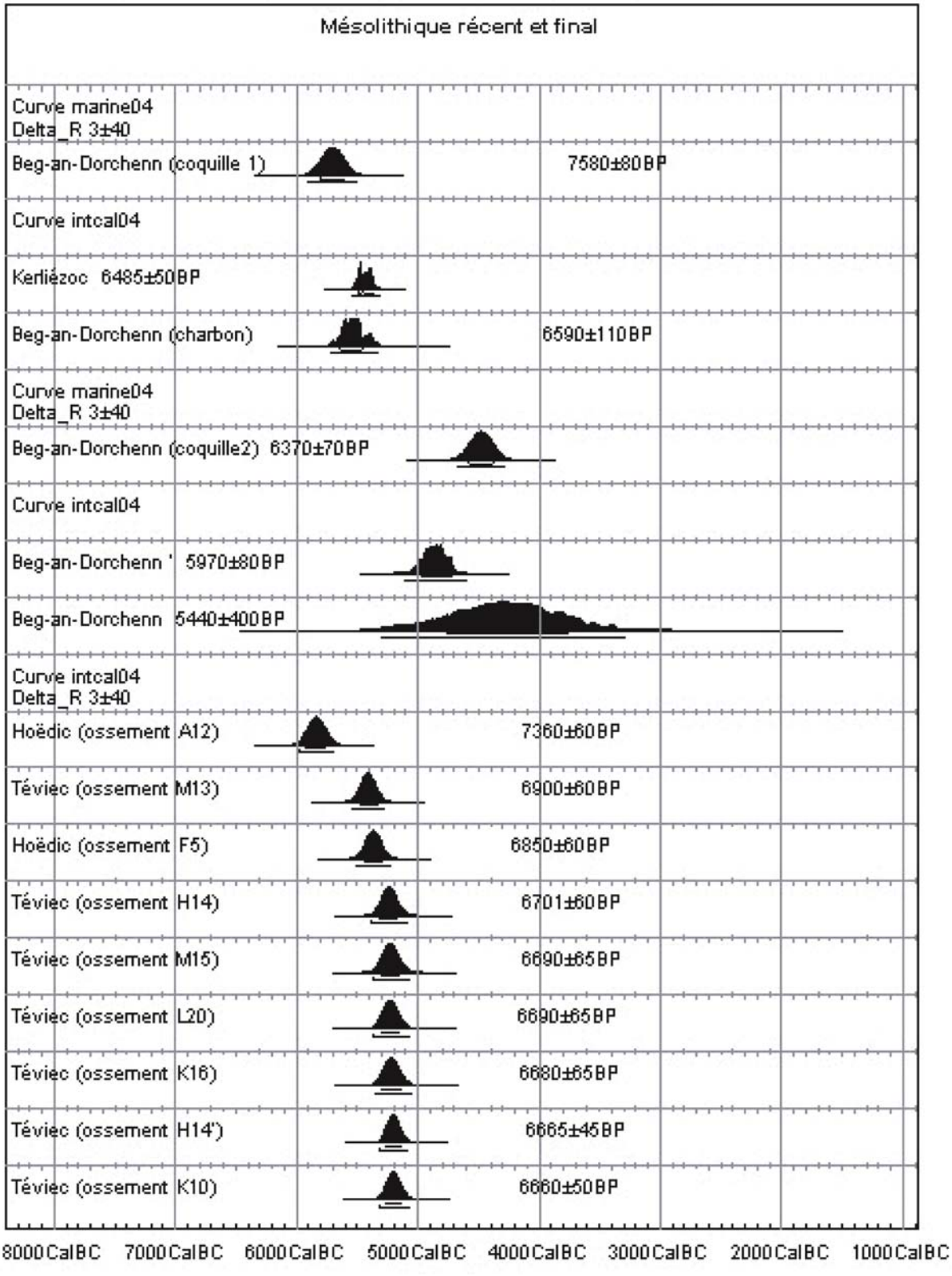


Fig. 4. Calibration des dates radiocarbone du Mésolithique récent et final en Bretagne, Loire-Atlantique et Vendée. Le fractionnement isotopique n'est pas pris en compte.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

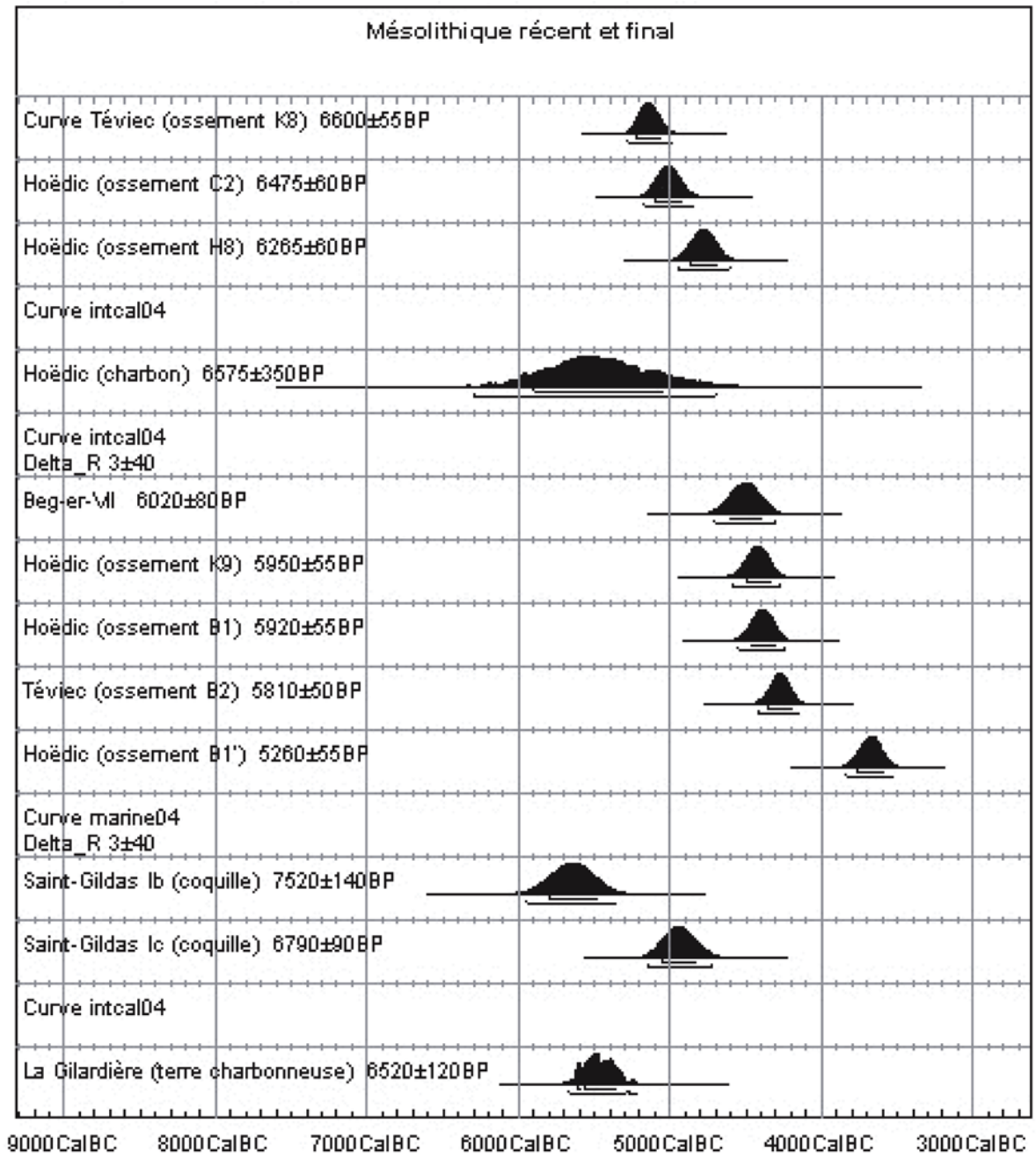


Fig. 5. Calibration des dates radiocarbone du Mésolithique récent et final en Bretagne, Loire-Atlantique et Vendée. Le fractionnement isotopique n'est pas pris en compte ;

2-3- Le Néolithique ancien

2-3-1- Le Néolithique Ancien Centre Atlantique (N.A.C.A.)

Nous avons choisi ici d'examiner tous les sites du N.A.C.A. situé au sud de la Loire. Une seule date semble erronée (Fig. 6, Tabl. 10, Annexe 1). Elle a été obtenue sur un charbon du site des Ouchettes (Plassay, Charente-Maritime). A l'exception de cet échantillon (Ly 177 (Oxa)), toutes les autres dates se trouvent dans l'intervalle 5500-4000 ans avant J.-C. Le site phare de ce courant néolithique (Les Ouchettes) présente des dates légèrement faibles par rapport à la moyenne autour de 4500 ans avant J.-C. Le N.A.C.A. s'exprime essentiellement

dans la première moitié du V^{ème} millénaire (Fig. 6), et reste assez récente par rapport au Néolithique ancien du sud de la France. Son développement majeur est simultané à celui de l'Epicardial récent (Manen, 2002). Les formes de céramiques à profil sinueux et les anses à ensellement médian sont des traits communs à l'Epicardial récent et le N.A.C.A. (Marchand et Manen, 2006) .

L'expression de ce courant néolithique dès 5500 ans avant J.-C. pose la question du manque d'observations des influences technologiques entre les industries du Retzien et du V.S.G.

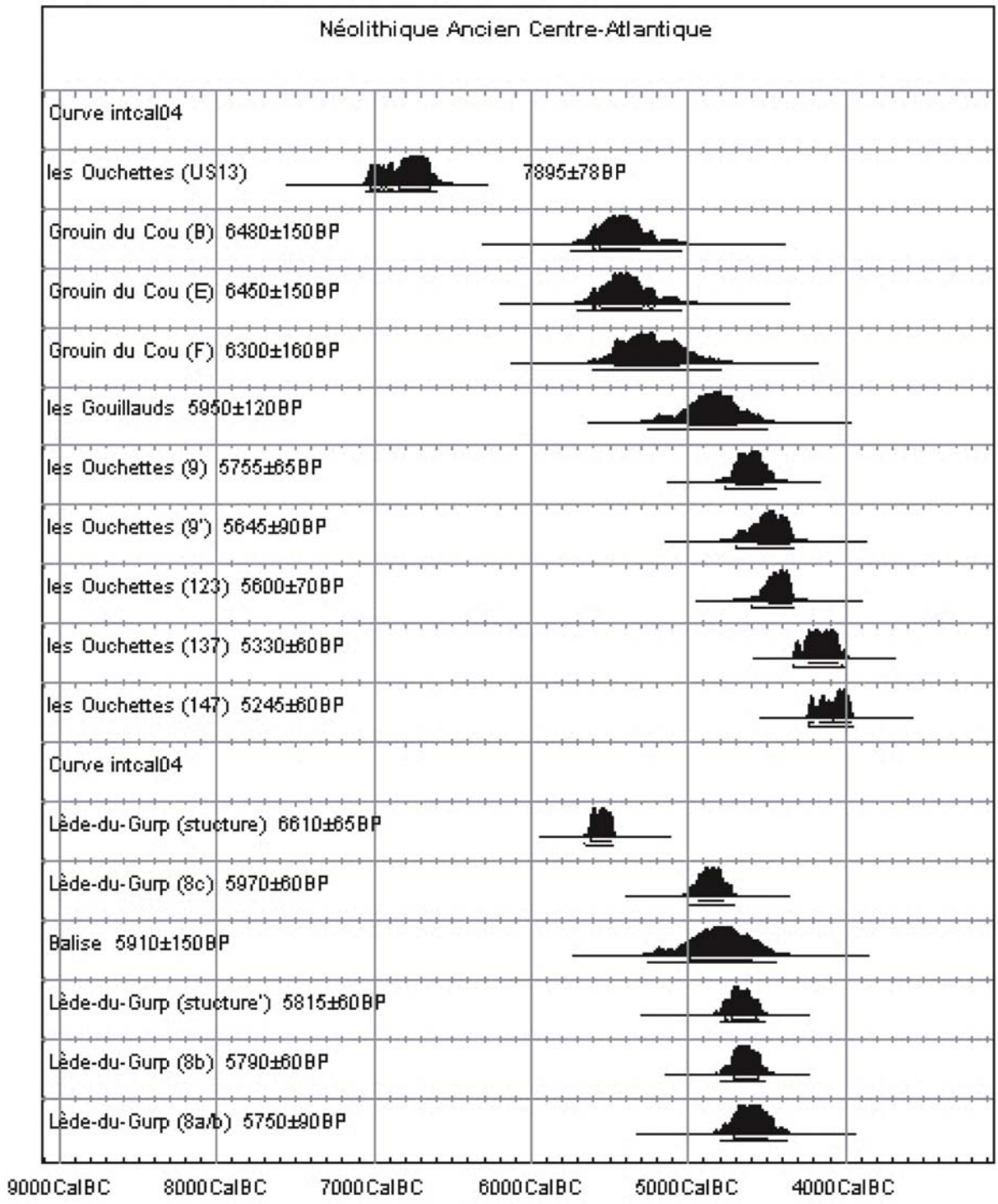


Fig. 6. Calibration des dates radiocarbone du Néolithique Ancien Centre Atlantique au sud de la Loire.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-3-2- Le Villeneuve-Saint-Germain (V.S.G.)

Nous avons choisi dans cette partie d'examiner essentiellement les dates radiocarbone provenant de l'Ouest de la France (Fig. 7, Tabl. 9, Annexe 1). Les dates des sites du Bassin Parisien, notamment du site du Villeneuve-Saint-Germain (site éponyme du V.S.G) sont exclues. Le site du Haut-Mée est le seul à l'heure actuelle à avoir fait l'objet de datations radiocarbones. Les dates sont assez convergentes : 5000-4500 ans avant J.-C.. En l'absence d'un nombre plus élevé de datations, nous ne pouvons approfondir notre analyse. Ce courant de néolithisation apparaît simultanément aves le courant de la Céramique imprimée d'origine méditerranéenne, si l'on exclut les quelques dates du Grouin du Cou et du Lède-du-Gurp situées dans la seconde moitié du 6e millénaire avant J.-C., partageant ainsi l'Ouest de la France en deux zones bien distinctes de part et d'autres de la Loire : Le nord où domine le V.S.G et le sud marqué par le N.A.C.A.

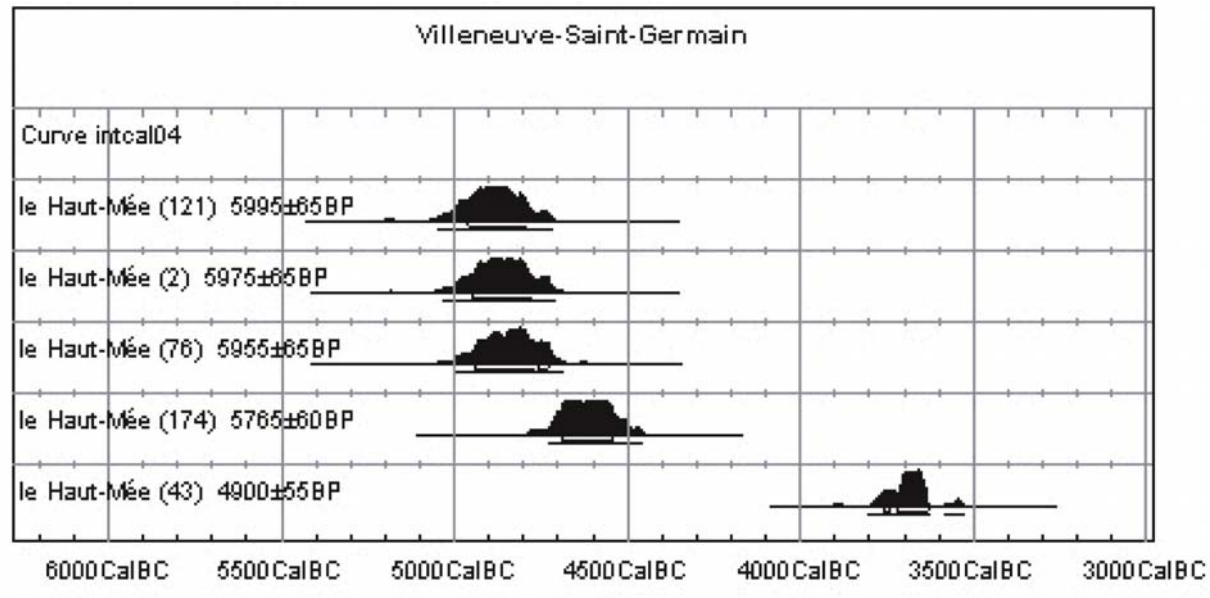


Fig. 7. Calibration des dates radiocarbones du Villeneuve-Saint-Germain en Bretagne.

2-4- Le Néolithique moyen

Dans le Morbihan, certains monuments funéraires (tertre de Lannec-er-Gadouer, Erdeven, Morbihan) sont datées du Ve millénaire avant J.-C. et sont par conséquent synchrones ou presque des premières occupations néolithiques connues en Bretagne (le Haut-Mée, Saint-Etienne-en-Coglès, Ille-et-Vilaine) (Fig. 8, Tabl. 11, Annexe 1). Ces dates concordent avec l'occupation du site d'habitat du Néolithique moyen II des Gouillauds (Bois-Plage-en-Ré, Charente-Maritime). Aux Bouries (Talmont-Saint-Hilaire, Vendée) et à la Mainguinière (Saint-Michel-Chef-Chef, Loire Atlantique), l'occupation s'étend du Néolithique moyen I au campaniforme, avec parfois des dates exceptionnelles se rapportant au Mésolithique. Sur le site d'habitat des Bouries, la superposition des dates concorde avec la stratigraphie, à l'exception de la date obtenue sur un charbon de bois provenant du comblement d'une fosse. Notons que l'erreur de 130 ans sur la date radiocarbone, limite l'utilisation de celle-ci. La date mésolithique obtenue sur le site de la Mainguinière ne concorde pas avec les tessons campaniformes contenus dans le même niveau.
Le Néolithique moyen armoricain semble alors arriver plus tôt le long de l'Atlantique qu'à l'extrémité orientale du Massif armoricain. Comment expliquer cette coïncidence de dates ? Est-ce une conséquence de la hiérarchisation entre les populations proches du littoral de celles

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

de l'intérieur des terres ? La fourchette de 200 ans, séparant l'occupation V.S.G. du Haut-Mée et les sites du Néolithique moyen II de Lannec-er-Gadouer et de Mondeville/Grentheville (Calvados) (Chancerel et *al*., 2006), nous oblige à envisager des arrivées précoces des styles du Néolithique moyen dans certaines zones, ou régions, où vivaient des populations qui établissaient des relations privilégiées avec les nouveaux peuples du Néolithique.

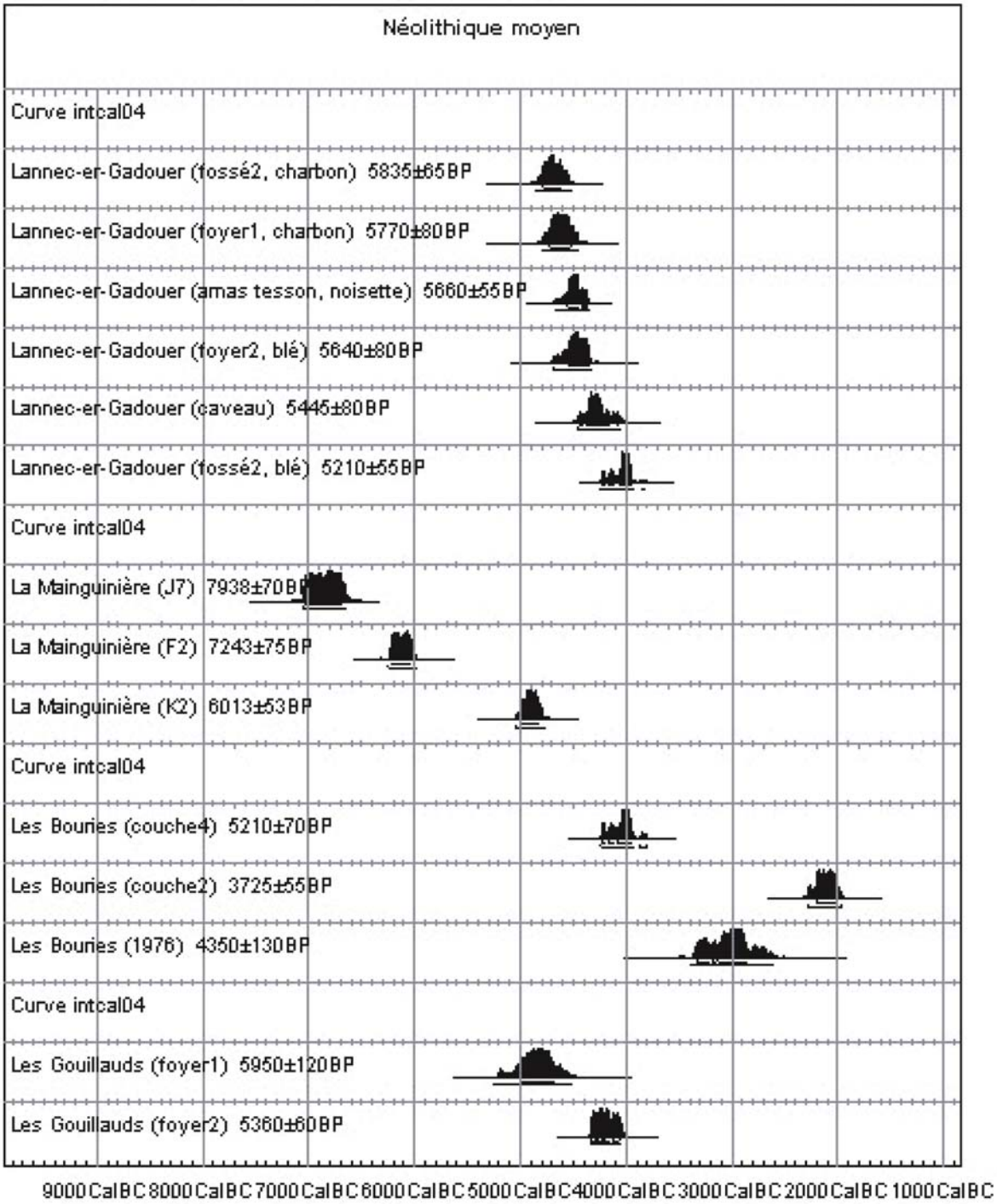


Fig. 8. Calibration des dates radiocarbones du Néolithique moyen dans l'Ouest de la France.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-5- Le Néolithique récent et final

2-5-1- Le Néolithique récent

Les dates les plus anciennes obtenues sur l'habitat néolithique des Gâtineaux (Saint-Michel-Chef-Chef, Loire-Atlantique) indiquent une occupation préalable du site au Néolithique moyen (structure 5 : 4250-3650 ans avant J.-C., Tucson 10110) (Fig. 9 et 10, Tabl. 12 et 13, Annexe 1). L'ensemble des dates sont centrées entre 3500-2800 ans avant J.-C., autant sur les sites morbihannais que vendéens.

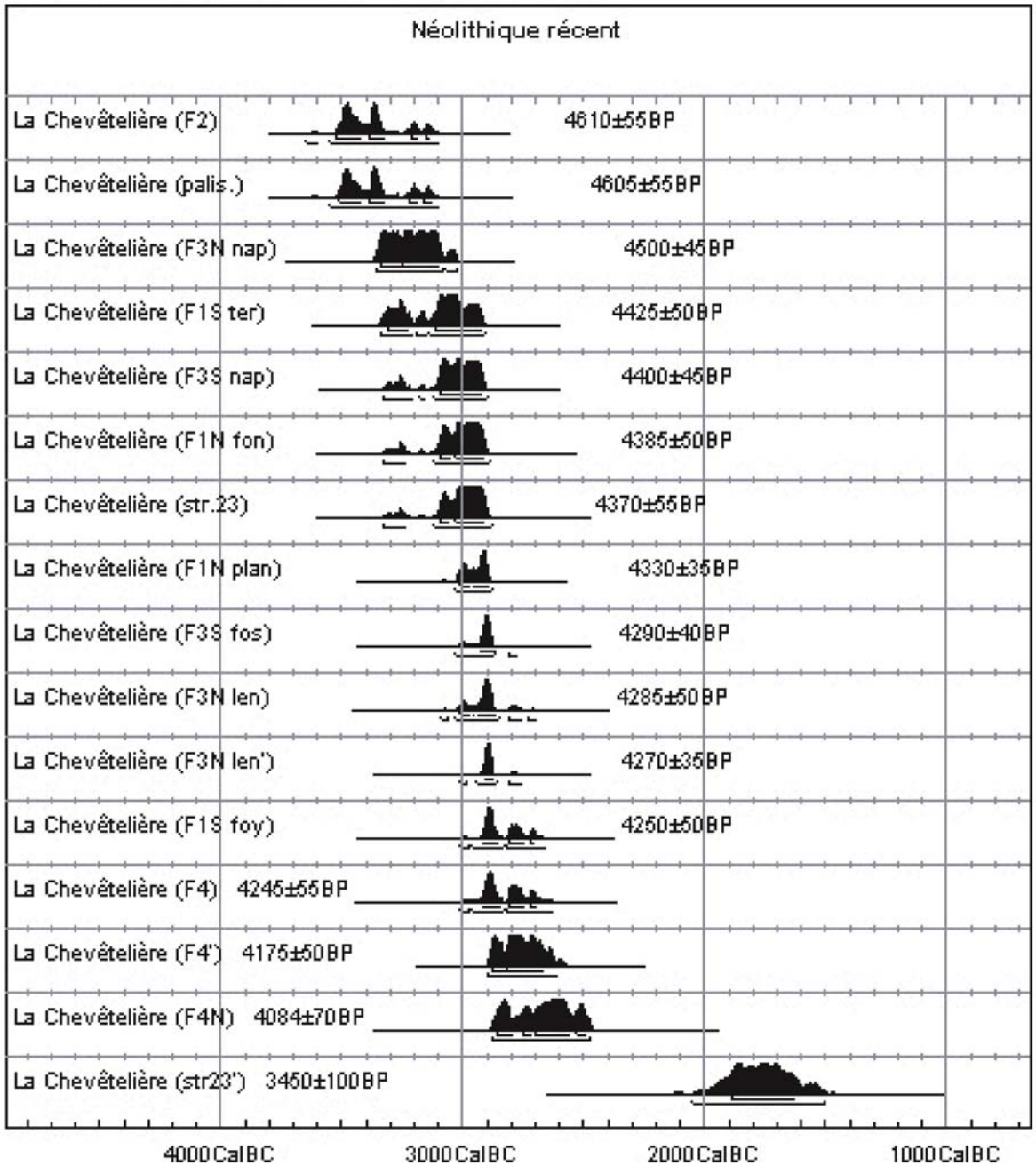


Fig. 9. Calibration des dates radiocarbones du Néolithique récent dans l'Ouest de la France.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

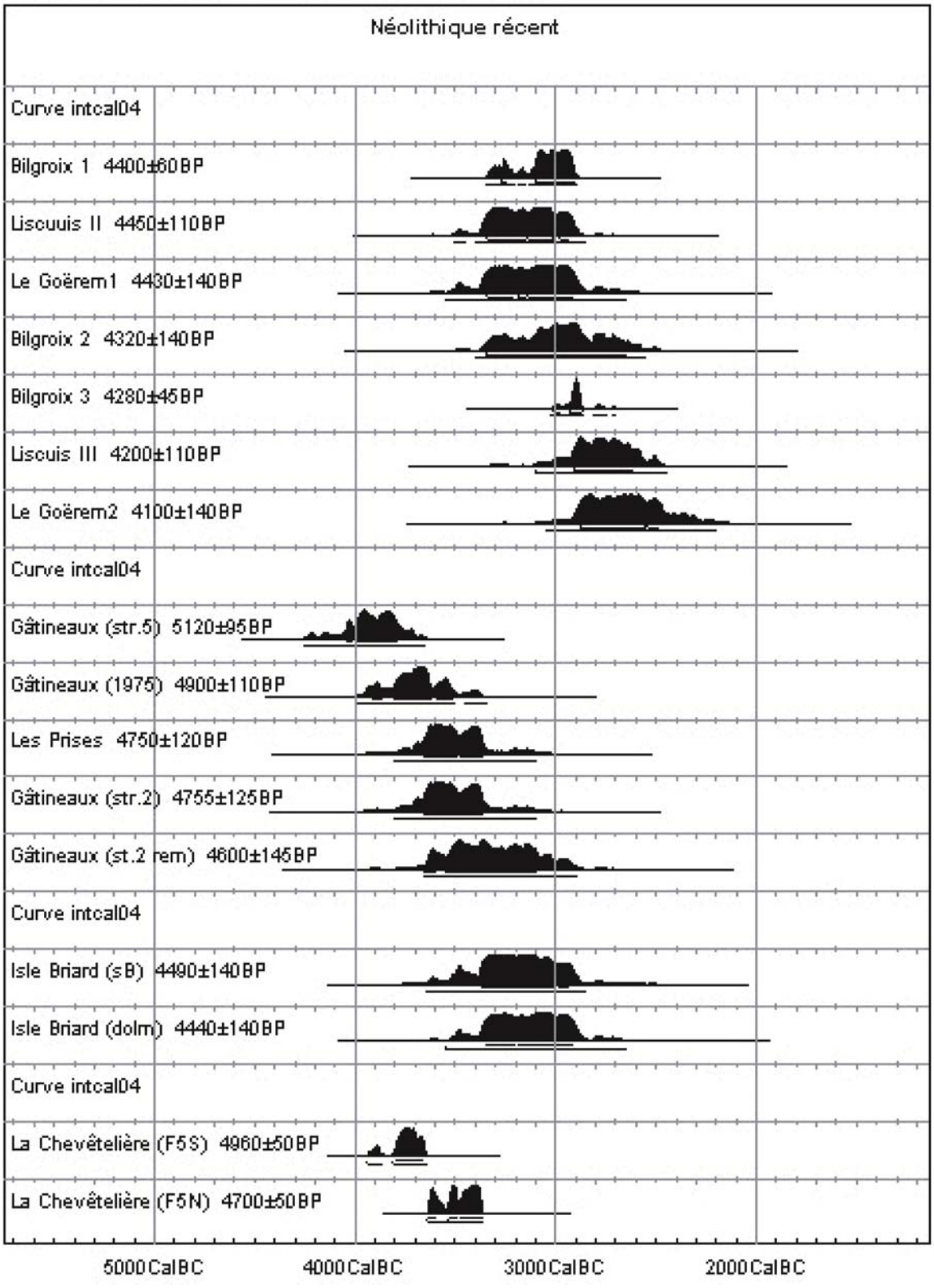


Fig. 10. Calibration des dates radiocarbones du Néolithique récent dans l'Ouest de la France.

2-5-2- Le Néolithique final

Les dates (Fig. 11 et 12, Tabl. 14 et 15, Annexe 1) permet d'estimer la durée de cette période au courant du troisième millénaire avant J.-C.. Les dates restent cependant majoritairement concentrées dans la seconde moitié de ce millénaire. Les dates plus récentes obtenus à Crec'h-Quillé (première moitié du troisième millénaire) semblent indiquer une influence des groupes campaniformes plus récents. Si la date obtenu au niveau du bâtiment C3 de la Hersonnais a été interprété comme une possible pollution, celles de Crec'h Quillé et du champ Grosset ne peuvent l'être. La dynamique des dates montre une relative contemporanéité entre les sites caractéristiques de l'Artenac (Diconche et Camp Allaric) peut être dans sa phase récente et ceux du groupe Crec'h Quillé.

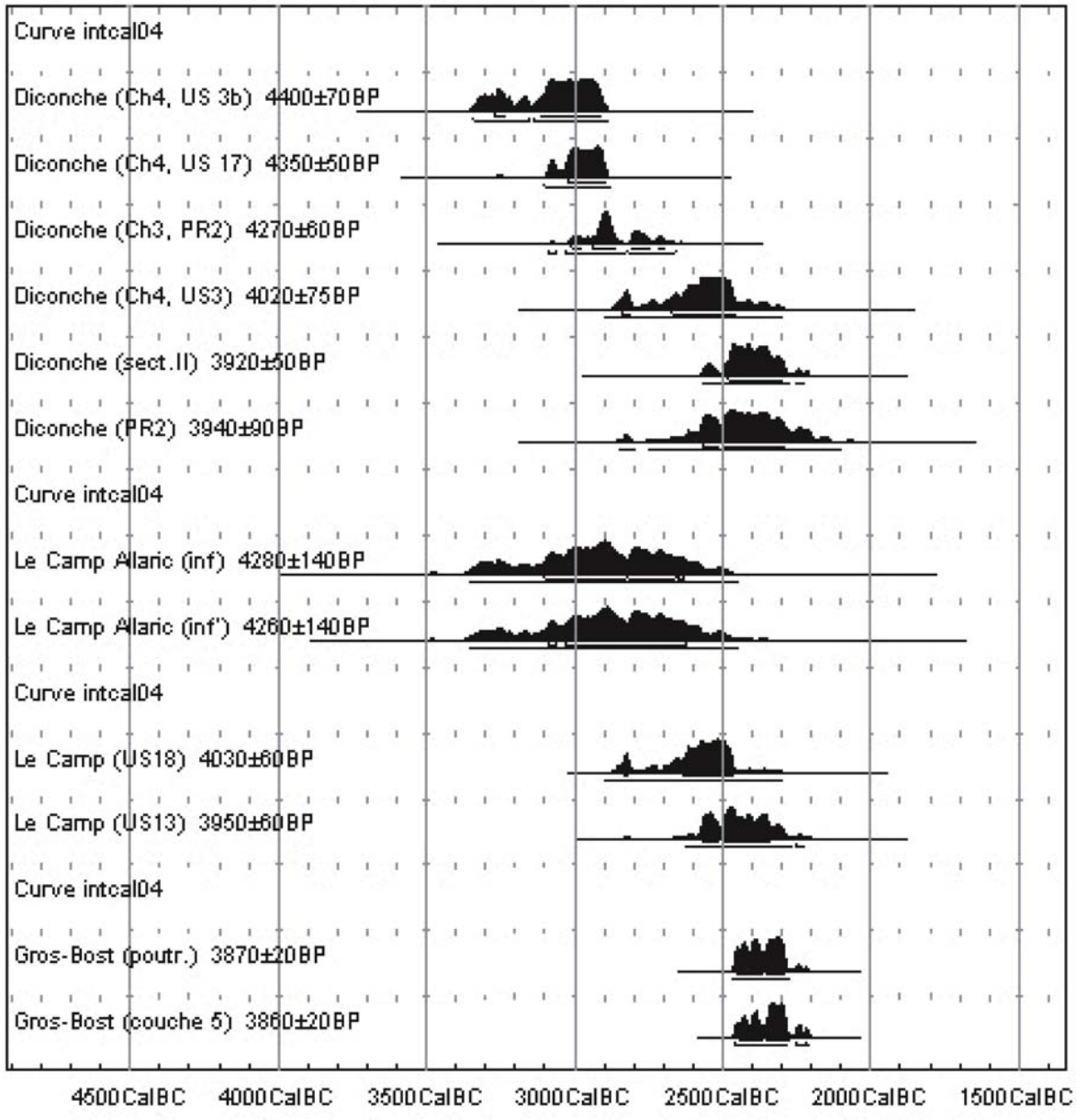


Fig. 11. Calibration des dates radiocarbones du Néolithique final dans l'Ouest de la France.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

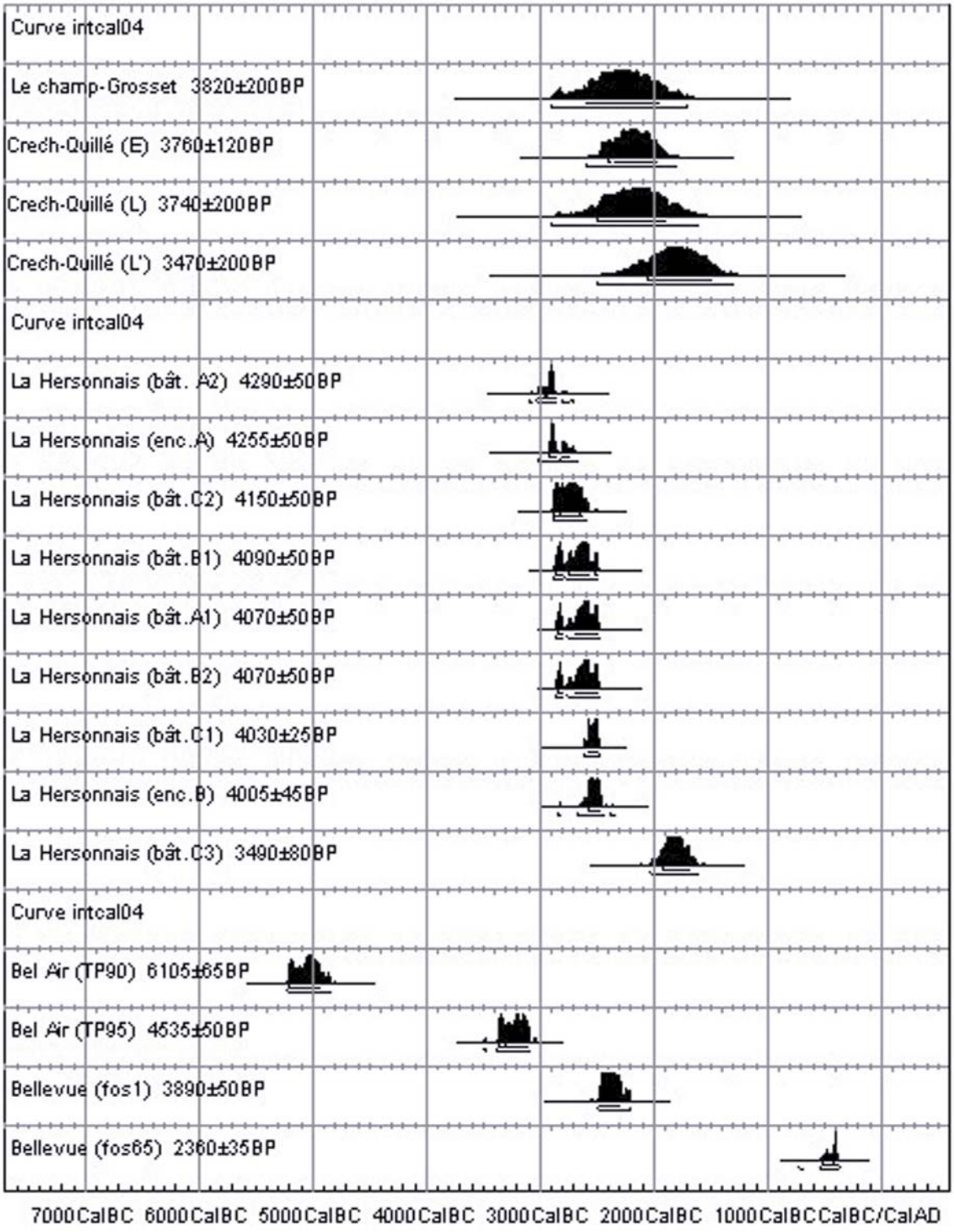


Fig. 12. Calibration des dates radiocarbones du Néolithique final dans l'Ouest de la France (suite).

2-6- Résumé

La transition Mésolithique-Néolithique le long de la façade atlantique de la France, principalement à l'Ouest de la France souffre d'un manque de dates assez important. Les indices de Néolithique ancien sont peu nombreux mais présentent des dates autour de la fin du 6ème millénaire-début 5ème millénaire avant J.-C. (cas du V.S.G.). Les néolithiques d'origine méditerranéenne semblent s'implanter un peu plus tôt (deuxième moitié du 6ème millénaire av. J.-C.) que leurs voisins danubiens, mais n'occupent que le sud-ouest de la France. A l'inverse des datations du début du Néolithique, celles de la fin du Mésolithique souffrent des limites des méthodes de calibration sur ossements humains et coquilles. L'alimentation marine influence fortement les dates radiocarbones. L'étalement des dates ou les écarts observés au sein d'un même site archéologique croissent avec la quantité de produits marins consommés (cas de Hoëdic). L'estimation des dates souffre aussi de la variabilité de stockage du radiocarbone en fonction des espèces consommées et de leurs proportions. La valeur de l'effet réservoir varierait alors fortement le long de la façade atlantique de la France.
Le basculement de traditions purement mésolithiques à des traditions néolithiques semblent se dérouler en un laps de temps assez restreint et qui a duré au maximum 400 ans. Cette transition est-elle rapide ou brusque ? Les modèles d'exploitation des diverses ressources naturelles (alimentaires, substrat rocheux, etc.) présentent-ils des similitudes pouvant permettre d'évaluer des axes de convergence, ou de divergence, entre diverses populations du Mésolithique final et/ou du Néolithique ancien ?

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

TROISIEME PARTIE

DEFINITION - CARACTERISATION PETROGRAPHIQUE, STRUCTURALE ET GEOCHIMIQUE DES ROCHES EMPLOYEES AU MESOLITHIQUE ET NEOLITHIQUE DE L'OUEST DE LA FRANCE

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1- Historique géologique du Massif armoricain

Le Massif armoricain s'est structuré au cours des orogenèses Cadomienne et Hercynienne ; à la suite de cisaillements dextres de direction générale N100-110° (Arthaud et Matte, 1977 ; Gapais et Le Corre, 1980). L'événement cadomien, relié à la tectonique des plaques est particulièrement important dans la partie nord du massif (Lefort, 1975 ; Auvray, 1979). La partie sud du massif présente aussi des évidences de l'action de la tectonique des plaques et différents modèles de double zone métamorphique acquise au cours des périodes pré-hercynienne et hercynienne (Nicolas, 1972 ; Carpenter & Civetta, 1976 ; Hanmer, 1976 ; Cogné 1977 ; Peucat et *al*., 1978). Trois principaux cisaillements sont reconnus : le Cisaillement Nord armoricain (CNA) au Nord (Watts et Williams, 1979 ; Goré et Le Corre, 1987) et le Cisaillement Sud Armoricain (CSA) subdivisé en deux branches nord et sud (Jégouzo, 1980) (Fig. 13).

La déformation associée se serait progressivement concentrée le long de ces zones étroites et son âge est fixée au Carbonifère supérieur grâce aux granites syn-cinématiques qui les jalonnent (Berthé et *al*., 1979a, 1979b ; Bernard-Griffiths et *al*., 1985).
Orientés Est-Ouest à NW-SE au sud, ces cisaillements à travers tout le Massif Armoricain traversent les unités paléozoïques (Fig. 14).

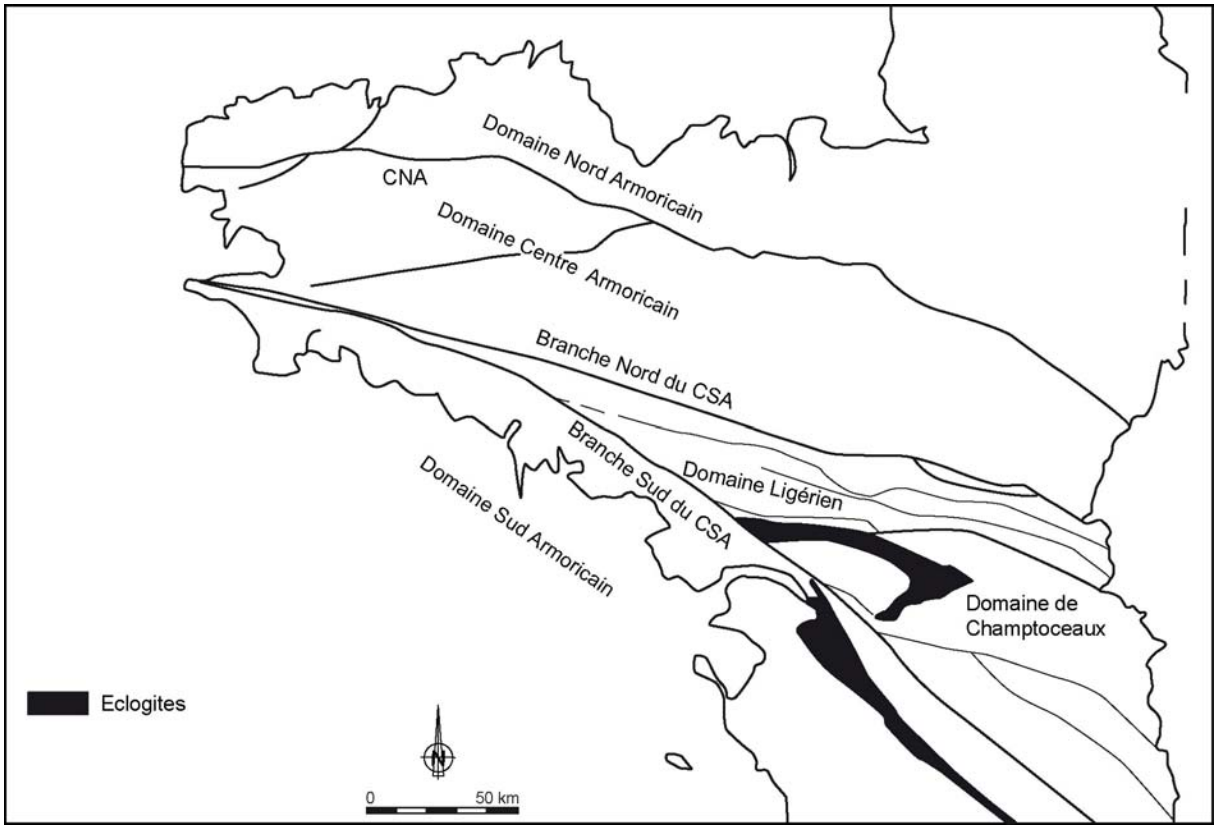


Fig. 13. Grands domaines structuraux du Massif Armoricain et Principaux cisaillements.

Le Massif armoricain est actuellement limité par les séries sédimentaires du bassin de Paris à l'Est tandis qu'à l'Ouest et Sud-Ouest, il est bordé par la marge sud-armoricaine. Au Nord, il est limité par le bassin de la Manche occidentale et ses approches ; et au Sud par les séries sédimentaires du bassin d'Aquitaine. En fait, le pourtour actuel du Massif armoricain se calque sur les limites d'érosion des séries sédimentaires méso-cénozoïques (Brault, 2002).

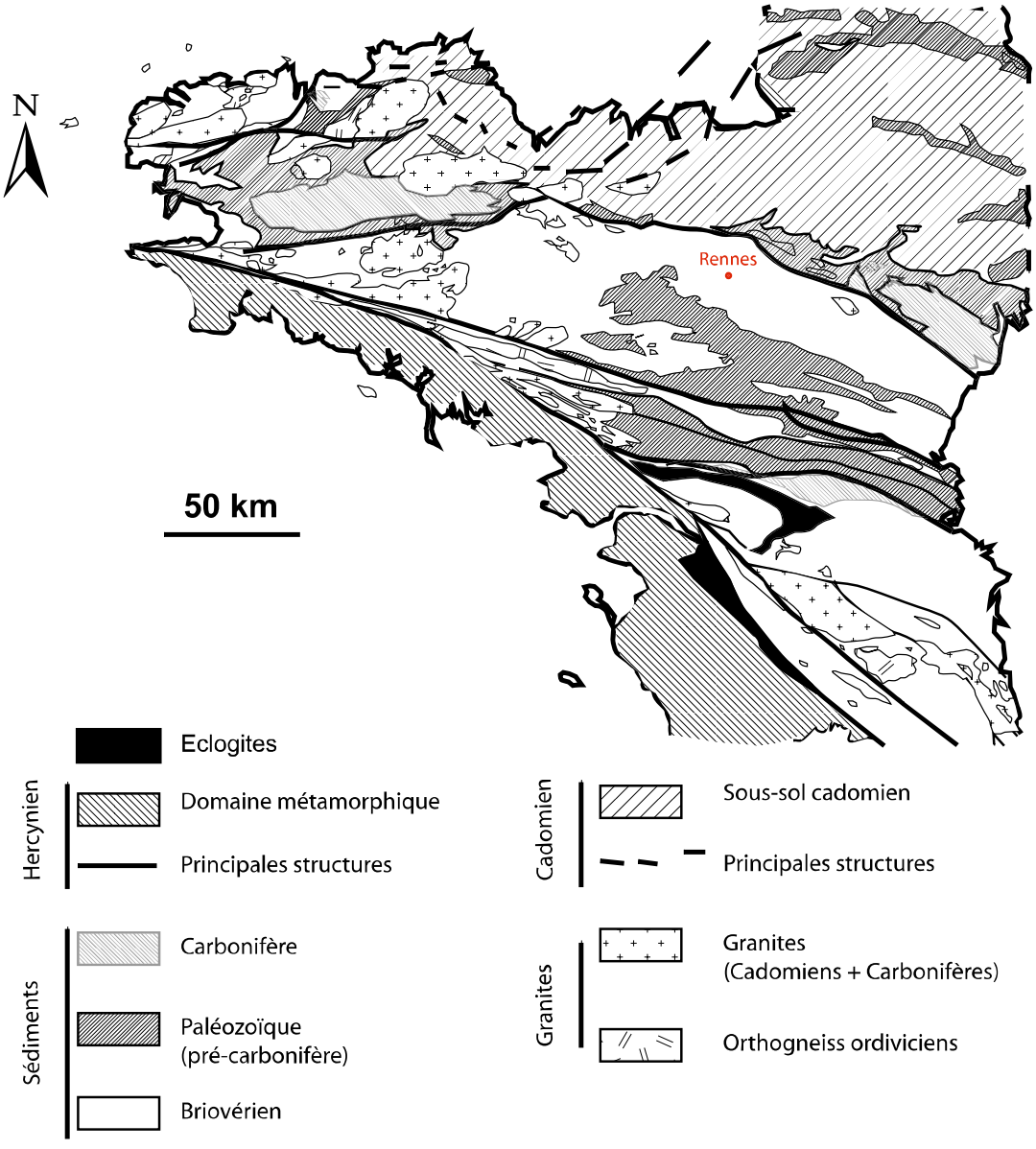


Fig. 14. Carte géologique simplifiée du Massif Armoricain.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-1- Le domaine Nord Armoricain

Le Cisaillement Nord Armoricain (CNA) est une zone de déformation importante passant par le linéament de Montcontour (Chauris, 1969). Ce linéament sépare le Domaine Nord Armoricain caractérisé par son magmatisme cadomien du Domaine Centre Armoricain où l'effet de l'orogenèse Cadomienne est faible. En effet, la déformation ductile des unités du Domaine Nord Armoricain date pour l'essentiel de l'orogenèse Cadomienne (fin de l'orogenèse Pan-Africaine, 750-540 Ma) (Fig. 13 et 14)..
A une période de subduction océanique vers le sud-est, succède une collision continentale s.s et, à un raccourcissement oblique orienté NNE-SSW (Brun et *al*., 2001) s'accommodent des structures de direction N40°-N50°. Le chevauchement vers le sud-sst des unités de l'arc et du bassin arrière-arc, héritées de la phase de subduction sur la marge continentale, engendre un métamorphisme tardif de haute température et de basse pression. A l'est du domaine, l'histoire Cadomienne est marquée par le dépôt d'une épaisse série terrigène associée à l'érosion rapide de la chaîne (Briovérien) ainsi que par la mise en place de granites qui scellent à 540 Ma la fin de la déformation ductile du domaine Cadomien (Graviou et *al*., 1988). Une déformation fragile affecte, au cours de la collision hercynienne, le socle Cadomien (en position supra-crustale) qui est globalement plus résistant que les domaines adjacents.

1-2- Le domaine Centre Armoricain

Ce domaine est constitué essentiellement d'une série sédimentaire plus ou moins déformée et de sa couverture Paléozoïque. Les dépôts les plus anciens datent du Protérozoïque supérieur (Briovérien), provenant de l'érosion de la chaîne Cadomienne située au nord (Chantraine et *al*., 1988 ; Le Corre et *al*., 1991). Dès le Cambrien au Nord et au cours de l'Ordovicien, une phase d'extension affecte l'ensemble du Massif Armoricain, se traduisant dans la Domaine Centre Armoricain par le dépôt de sédiments continentaux localisés dans des structures en blocs basculés (Brun et al., 1991) (Fig. 13 et 14).
A travers tout le domaine, les dépôts présentent des faciès homogènes d'une sédimentation de plate-forme peu profonde, caractéristique de la marge nord du Gondwana (Robardet et *al*., 1994 ; Paris et Robardet, 1994). Dès le Dévonien supérieur, les rares sédiments préservés s'observent le long des grands cisaillements. Au Carbonifère, des déformations décrochantes dextres sont localisées sur les structures d'échelle régionale. La sédimentation est limitée dans les bassins se développant le long de ces structures (Pelhate et *al*., 1994), dans les parties externes du domaine, et des leucogranites, synchrones du cisaillement, se mettent en place dans la série sédimentaire (Berthé et *al*., 1979a et b).

1-3- Le domaine Ligérien

Cette région est située entre la branche nord du CSA au nord et la faille de Nort-sur-Erdre. Par rapport au Domaine Centre Armoricain, les séries sédimentaires de ce domaine commencent à s'individualiser dès l'Ordovicien (Robardet et *al*., 1994 ; Gumiaux, 2003) et probablement même dès le début du Paléozoïque (Pivette, 1978 ; Gumiaux, 2003) (Fig. 13 et 14).

1-4- Le domaine de Champtoceaux

Constitué d'unités présentant des faciès métamorphiques et des déformations très contrastées, le complexe plissé de Champtoceaux montre un empilement d'unités métamorphiques à la faveur de chevauchements ductiles identifiés par des différences d'évolutions

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

métamorphiques entre les unités (Ballèvre et *al*., 1989). Ces unités correspondent en majorité à une partie de la croûte continentale ayant subi un amincissement au cours de l'extension de l'Ordovicien (Ballèvre et *al*., 2002) (Fig. 13 et 14).

1-5- Le domaine Sud Armoricain

Il fait partie des zones internes de la chaîne hercynienne. Il s'étend au sud de la branche sud du Cisaillement Sud Armoricain (CSA) et est essentiellement constituée de roches métamorphiques à déformation ductile très intense. Le CSA, défini par J. Cogné (1960), ne correspond pas seulement aux branches d'ultramylonites du sud de la Bretagne-Vendée orientées E-W et NW-SE ; mais aussi à la zone située entre les deux principales branches (Fig. 13 et 14).
Nous devons rappeler en premier lieu que les deux principales branches du CSA deviennent difficiles à distinguer l'une de l'autre lorsque l'on s'éloigne vers l'ouest à partir de Quimper. La branche nord du CSA est sub-linéaire et s'étend sur plus de 300 km de la Baie des Trépassés jusqu'à Angers. Dans sa partie ouest, la branche nord se reconnaît aisément (ouest de Josselin) et recoupe les granites à deux micas d'âge hercynien. La zone de cisaillement elle même, a une épaisseur de 300-400 m, et est constituée essentiellement de mylonites et d'ultramylonites. La déformation cataclastique est beaucoup plus marquée dans la partie ouest de la zone. Vers l'est (Est de Josselin), elle est difficile à reconnaître ; cependant une zone de faille et de contacts anormaux s'observe au sein de la succession stratigraphique d'âge Paléozoïque.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2- La géologie des silex

2-1- Définition et genèse du silex

Le silex est une roche dure à cassure conchoïdale composée à plus de 95% de silice. C'est une roche sédimentaire présentant une couleur allant des gris jusqu'aux noirs en passant par les marrons. Dans le cas des silicifications pédogènes, des couleurs plus vives (jaune, orange, rouge) peuvent être observées. C'est ainsi que les caractères macroscopiques se rapportant à la couleur, au grain et à l'opacité sont variables.
Le silex ne désignant qu'un seul type de silicification sédimentaire parmi tant d'autres, il est important de comprendre sa place au sein de celles-ci. Divers travaux réalisés en préhistoire et géologie ont montré que différentes formes minéralogiques de la silice s'observent au sein des silicifications sédimentaires (Masson, 1981 ; Rio, 1982 ; Moushine, 1994 ; Dufresne, 1998). Deux phases de silice sont communément rencontrées :

- la calcédoine. C'est une forme microcristalline fibreuse de quartz. Suivant leur allongement, on distingue parmi les calcédoines, la calcédonite (allongement négatif) et la quartzine (allongement positif).

- l'opale-CT ou opale commune. A structure cristalline désordonnée, elle se présente sous la forme de lépisphères de 1 à 20 µm de diamètre résultant du regroupement de lamelles cristallines de cristobalite.

Longtemps, la question de la formation du silex a soulevé un grand nombre d'interrogations. Certaines étapes de la genèse du silex restent mal connues. Il apparaît que le processus de formation du silex se produit à deux stades différents de la diagenèse (stade précoce ou tardif) (Weis et Wasseburg, 1987) à l'inverse des observations effectuées par M. Rio (1982) témoignant en faveur d'un stade précoce.

Le processus global de la silicification est fortement lié à la nature du sédiment encaissant, et repose sur le simple principe de la précipitation de la silice (Lancelot, 1973 ; Keene et Kastner, 1974). Diverses sources peuvent être attribuées à la silice mobilisée lors de la diagenèse du silex (Fig. 15) :

- L'origine biogénique par dissolution des squelette d'organismes siliceux est la plus communément admise car susceptible de fournir une quantité suffisante de silice sur une longue durée,

- Il est cependant possible que de grandes quantités de silice soient libérées au cours de l'altération des roches du continent (Rio, 1982).

La dissolution des carbonates, et la précipitation de la silice, est favorisée par un pH faible du milieu dépositionnel. Certains paramètres comme la température, la pression et la présence d'impuretés contrôlent aussi ces processus.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

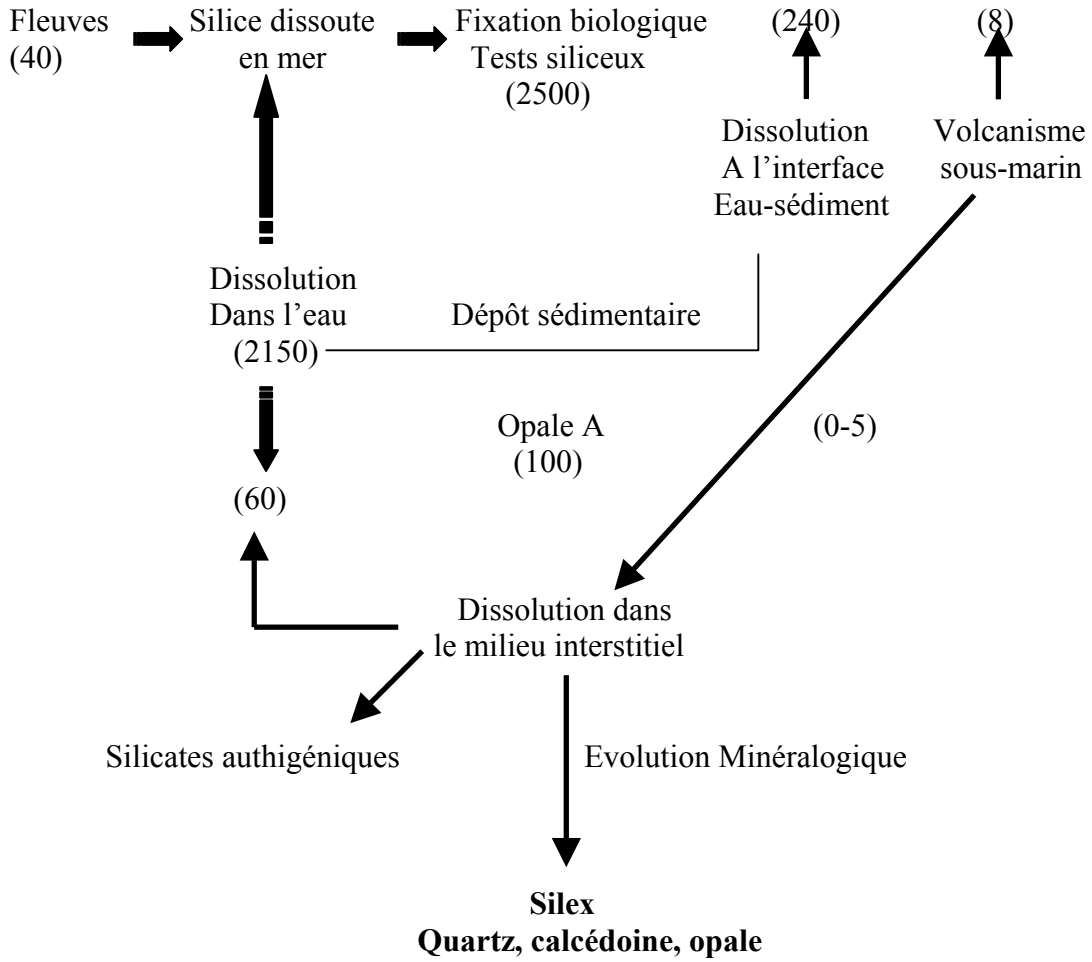


Fig. 15. Cycle de la silice en mer. Entre parenthèses figurent les valeurs estimées de la silice dissoute (SiO_2, 0,1 g/an). (d'après Chamley, 2000).

2-2- Localisation des affleurements de silex

A la surface du Massif armoricain, les cordons de galets du littoral et les terrains sédimentaires résiduels situés à la limite du Bassin Parisien constituent actuellement les seules sources d'approvisionnement en silex. Ces galets de silex résulteraient de la destruction des formations crétacées (Monnier, 1980), actuellement submergées, constituant une partie des fonds de la Manche et du plateau continental atlantique (Fig. 16). La majorité de ces galets de cordons a été probablement poussée par la mer lors des transgressions (Le Gall, 1973). Le reste de ces galets se serait alors accumulé sous l'effet soit des courants, de houle, de la dérive littorale, grâce à des éléments flotteurs tels les algues à crampons (Barrois, 1876), ou des radeaux de glaces en périodes périglaciaires (Hallégouët, 1990). Il est cependant évident au vu de la densité des sites archéologiques à forte exploitation de silex près des cordons actuels, que l'impact des marées et des transgressions passées a peu marqué la géographie littorale.
Les affleurements à silex des marges du Massif armoricain sont composés de cordons littoraux (Baie d'Audierne et les Moutiers en Retz pour les plus importants) occidentaux et de terrains sédimentaires résiduels (calcaires à silex, argiles à silex, silex de nappes alluviales) en Normandie (exemple de la région de Caen).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

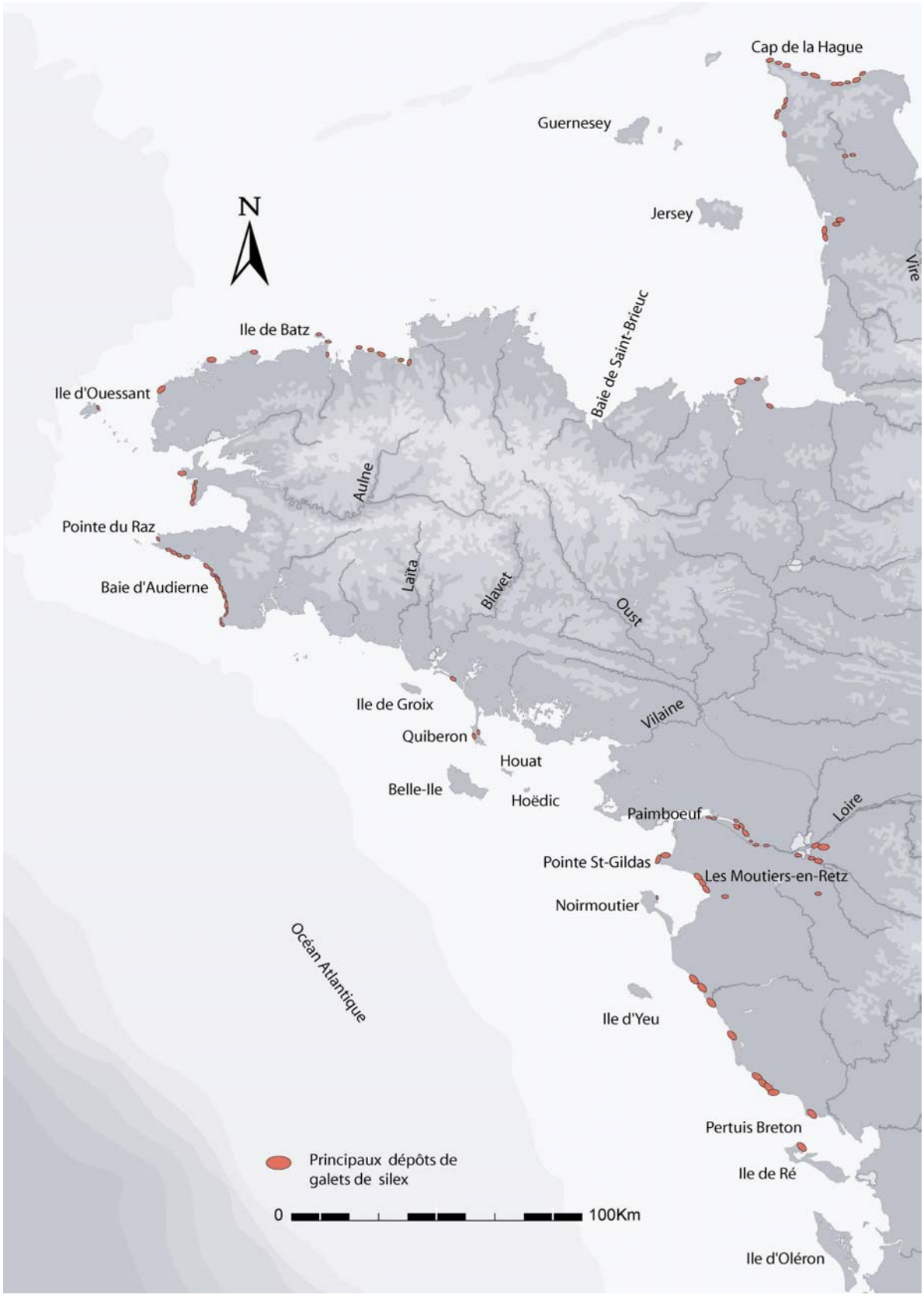


Fig. 16. Localisation des principaux affleurements de galets de silex littoraux armoricains.

2-2-1- En Bretagne

2-2-1-1- La côte nord

Le littoral nord armoricain (Fig. 16) est marqué par un fort bilan sédimentaire caractérisé par la présence de limons datant de la seconde moitié du Pléistocène moyen au Pléistocène supérieur (Monnier in : Giot et *al*., 1998). Différentes formations loessiques sont décrites par divers auteurs.

Des cordons de galets marins garnissent localement les estrans. On les observe au niveau de l'Ile de Batz, dans la partie septentrionale de l'Ile de Siec (Santec, Finistère), dans la grève du Man. Au sein de ces galets, la lithologie est principalement celle du substratum local (granodiorite, granite, gabbro, etc…). Ces cordons littoraux sont nourris par l'érosion des formations pléistocènes au cours de l'Holocène et par la détachement de gélifracts d'anciennes plate-formes littorales durant la dernière glaciation sous l'action du gel. Des rognons de silex crétacés se sont déposés pendant la transgression flandrienne. Si l'hypothèse d'un transport par des radeaux de glaces est émise pour expliquer la présence de galets de nature pétrographique n'affleurant pas à proximité de ces cordons (Hallégouët et Van Vliet-Lanoë, 1989), l'absence de galets de basalte et autres roches d'origine islandaise comme sur la côte occidentale du Finistère est la conséquence de courants descendants du Nord sans entrer en Manche. Nous devons aussi noter la présence de nombreux délestages ponctuels de bateaux différents des cordons répertoriés ci-haut, et qui représentent des sources d'erreurs pour la détermination des cordons anciens.
Si les cordons de galets restent pauvres en silex, les flèches littorales (estrans de formes particulières à accumulations de sables et galets : flèches à pointe libre subparallèles à la côte, poulier, tombolos, queues de comètes et accumulations composites) en contiennent en grande quantité. Elles sont très présentes en baie de Morlaix, et sont en majorité des dépôts anciens Bas-Normannien fossilisés sous la couverture périglaciaire ou dunaire (Norroy, 1969 ; Chauris-Norroy, 1973). Plusieurs auteurs ont décrit la sédimentologie de ces flèches qui, pour certaines, sont actuellement en cours de genèse. Nombreux sont ces dépôts qui ont été anthropisés par l'établissement de carrières en bord de mer, les établissements ostréicoles et autres. Comme exemple, M. M. Norroy (1969) avaient déjà signalé la présence de silex parmi les galets du Graou au sein desquels dominent granite et quartz.

Dans la partie littorale de la Manche, les dépôts de silex restent rares. Le littoral présente de vastes étendues de dunes pléistocènes ou holocènes atteignant parfois 1,5 km de large (Graindor et *al*., 1976 ; Poncet et *al*., 1977). Les formations gréseuses et schisteuses représentent la majorité des formations sédimentaires paléozoïques du littoral de la Manche. Les dépôts calcaires crétacés et jurassiques y sont peu représentés. Des lambeaux de calcaires à Baculites maastrichtiens sont observés à Ste-Colombe, et de calcaires dolomitiques hettangiens à Orglandes. Au nord-est de Flamanville, un reste d'argile à silex affleure au-dessus de granites. Il contient des fragments de tests de *Cidaris* et des radioles d'oursins. Cette argile à silex est le témoin de la décarbonatation de calcaires crétacés (Sénonien).

Les terrasses marines normannienes situées en arrière de ces dunes sont constituées de sable ocre-rouge et de galets. Si les grès constituent l'essentiel des galets, on relève la présence de silex à la fois au sein des terrasses de basse et haute altitude. Sur le littoral Est de Cherbourg, ces terrasses marines ne sont plus associées aux dunes pléistocènes du fait de leur destruction.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-2-1-2- La côte Ouest

La côte Ouest est, contrairement à la côte Nord, marquée par une faible sédimentation et la présence de nombreuses plages anciennes.

- Les plages anciennes du Cap de la chèvre présentent une variabilité et une complexité de configurations et de dépôts. Deux grands types de plages ont été décrits par A. Le Gall (1973). Ce sont des plages basses (2 à 3 mètres NGF), ou hautes (10 à 18 m NGF), datées du Normannien, les secondes étant moins présentent que les premières. Au sein de ce complexe topographique, au sud de Beg-an-Perrig, un cordon ancien emprisonné dans une crique est composée de galets (5 à 10 cm de longueur en majorité) enrobés dans une gangue d'argile claire. La nature pétrographique de ces galets est essentiellement des grès armoricains. On y note cependant des galets provenant de la plage de Palue situé à environ 500 mètres au nord (Barrois, 1876 ; Le Gall, 1973). La taille faible de ces galets de la plage ancienne par rapport à ceux du cordon actuel a permis à A. Le Gall (ibid.) de conclure à une fossilisation du haut de la plage ancienne par le head et les éboulis.

- Dans la partie méridionale de la côte du Cap Sizun, on assiste à une transition vers les côtes basses du sud finistérien. Le littoral méridional du Cap Sizun présente un profil assez ressemblant à celui de sa partie nord jusqu'à Loc'h en Primelin. Les terrasses littorales qui jonchent le pied des falaises sont creusées dans le granite à deux micas entre 33 et 7 mètres au-dessus des plus hautes mers et ne présentent pas de dépôts. Seules les terrasses situées en général plus bas dans les criques comportent des dépôts qualifiés de monastiriens (Guilcher, 1948). Nous ne rentrerons pas dans le détail de la morphologie de cette partie du littoral breton, seule la composition lithologique des dépôts révèle un grand intérêt pour notre étude. Les galets sont en effet de nature très variée. Ce sont pour l'essentiel des grès armoricains, des porphyres, des grès à Sabals et des silex (très nombreux à la Pointe du Lervily, nord de l'Anse du cabestan et à Landrevet (Guilcher, 1948). Si les galets de roches allochtones abondent dans la partie nord de la côte du Cap Sizun, ils sont très peu représentés dans la partie méridionale de ce même cap. De la côte du Goyen à Poulhan, les galets de silex sont plus abondants que précédemment.

- La côte basse de l'Arvor Vili est une côte d'accumulation instable qui s'étend de Saint Guénolé au sud, jusqu'à Poulhan au nord. Cette côte a une forme d'anse plus ou moins prononcée que celle de la Baie de Douarnenez (Guilcher, 1948 ; Hallégouët 1990) (Fig. 17). A un kilomètre au sud de Penhors, plus précisément à Kerlaben, de nombreux galets affleurent au pied de petites falaises de schistes cristallins de 3 à 6 mètres de haut, ce qui montre que le rivage n'est pas constitué par un seul cordon littoral.

Les études faites sur les cordons de la Baie d'Audierne indiquent un âge Pléistocène. Ce sont ces formations pléistocènes qui nourrissent les cordons actuels (Guilcher, 1982). L'âge Pléistocène est évident en raison de la cryoturbation périglaciaire postérieure à leur mise en place. Si l'époque est indiscutable, l'étage du pléistocène auquel appartiennent ces dépôts varie selon les auteurs. Selon A. Guilcher (1948, 1969), ils sont monastiriens ou normanniens. M.T. Morzadec et J.L. Monnier (Hallégouët et *al*., 1980) leur donnent un âge Holsteinien et/ou Cronérien, tandis que A. Guilcher et B. Hallégouët (Guilcher, 1982 ; Guilcher et Hallégouët, 1981) pensent à un âge Eemien supérieur. Toutes ces dates restent discutables du fait de l'absence de possibles datations radiométriques ou palynologiques.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

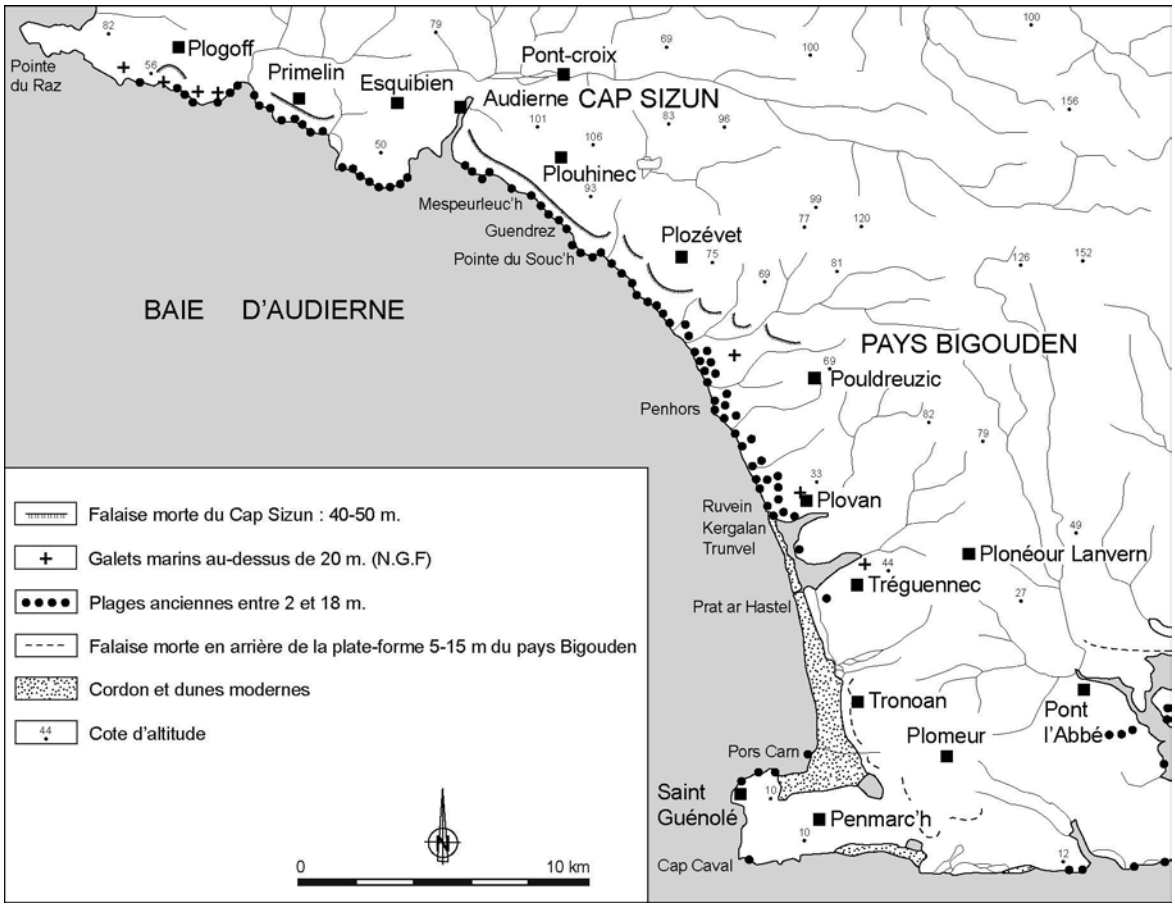


Fig. 17. Dépôts pléistocènes marins du Cap Sizun et de la Baie d'Audierne (d'après Hallégouët, 1990)

Les galets pléistocènes des falaises sont généralement séparés de la roche saine par une zone de légère solifluxion ou de décomposition in situ. Ils sont très patinés, colorés et diffèrent ainsi des galets des cordons actuels qui sont nettoyés (Guilcher, 1948).
De Penhors à la Pointe de la Torche, s'étend sur près de 12 kilomètres le grand cordon de l'Ero Vili. Il a été décrit pour la première fois par De Beaumont (1845) et Barrois (1876). Ce cordon de galets de l'Holocène peut atteindre 4 à 5 mètres de hauteur et disparaît par endroits à cause de l'exploitation intensive.

2-2-2- En Normandie

Les silex normands sont répertoriés au sein de formations calcaires très différentes les unes des autres :

- Formations de la Malière : âge Aalénien moyen-Bajocien inférieur .
- Formations calcaires à spongiaires d'âge Bajocien supérieur (observables dans le Bessin, à la Falaise).
- Dans la campagne de Caen-Argentan, les calcaires à silex sont d'âge Bathonien inférieur à Bathonien moyen (formations d'Ecouché).
- Formations de Caen : âge Bathonien moyen.
- Formations de Saint-Pierre-du-Mont : âge Bathonien moyen
- Formations de Creully (Pierre de Reviers) : âge Bathonien moyen.
- Formations de Rouvres : âge Bathonien moyen.
- Formations de Blainville : âge Bathonien moyen.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

- Formations d'Airan : âge Bathonien supérieur.
- Formations d'Hennequeville : âge Oxfordien supérieur.

Les argiles à silex sont observables au sein des formations du Bessin, des formations du Cinglais, des formations du Rânes et des formations du Dozulé. Il s'agit d'argiles issues de la décalcification des calcaires jurassiques et crétacés sous-jacents. Elles font suite aux séries d'argiles à silex développées sur les formations crétacées de l'ouest du Bassin de Paris.
Nous ne détaillerons ici uniquement que la géologie des formations résiduelles qui ont fait l'objet d'études de résistance mécanique appliquée en raison du degré de silicification élevé.

2-2-2-1- Les argiles à silex des Rânes

Les argiles à silex des Rânes (Fig. 18) datent du Bathonien (Jurassique moyen) et reposent principalement sur des sables ou argiles liasiques (Jurassique inférieur) et parfois sur des calcaires jurassiques, ou encore sur les couches du Briovérien (Kuntz et *al*., 1989, Menillet et *al*., 1987).

Sur les sables liasiques, à l'ouest et au sud-ouest d'Ecouché, de gros silex abondent dans une matrice argilo-silteuse brun-rouge à une profondeur de 1,5 m alors qu'ils ne se rencontrent qu'à 3 m de profondeur au nord-est de Lougé-sur-Maire. Au sud-ouest d'Ecouché, la matrice argileuse semble très évoluée, à dominante kaolinite et pouvant dériver d'un remaniement d'argiles blanchâtres du Pliensbachien terminal à Toarcien (Rioult, 1968). Au nord-est de Lougé-sur-Maine, la prédominance de l'illite et la couleur bariolée de l'argile évoquent une argile d'altération de la glauconie de la base du Crétacé.

Moins étendues que les argiles à silex sur sable, les argiles de couleur brun-chocolat à brun-rouge foncé sur calcaires du Jurassique contiennent aussi de gros silex. La matrice argileuse est très évoluée. Malgré la prédominance de la smectite, la kaolinite est assez bien représentée. On n'aurait alors là qu'une probable altération modérée des argiles blanchâtres par une érosion tardive de la glauconie de base.

Atypiques dans cette région, des restes d'une formation résiduelle à silex anté-cénomanienne affleure au sud-ouest de Montgaroult. Cette argile se présente sous la forme de poches d'altération dans les bancs supérieures du calcaire d'Ecouché. Les silex bathoniens sont disséminés dans ce faciès sous la forme de fragments noirs ou blanchâtres, et cacholonisés (pellicule d'altération blanc porcelané, épaisse de un à quelques millimètres, qui se forme à la surface du silex : cortex).

Les argiles à silex bathoniens sont par endroits mêlées à des formations calcaires silicifiées (dalles de calcaires du Bathonien silicifiées et solifluées sur les pentes) : buttes de Rânes, Faverolles et Montargaroult (Mennillet et al., 1987). Aucune minéralisation n'est observée au sein de ces calcaires et seuls les calcaires du Bathonien moyen et supérieur sont épigénisés au cours de la pédogenèse : calcarénite bioclastique à bryozoaires d'Argentan (Bathonien supérieur), et calcaires à pellétoïdes et oolithes de Sarceaux (Bathonien moyen à supérieur). A l'inverse des calcaires bathoniens moyen et supérieur, l'épigénisation en silice des calcaires du jurassique inférieur et moyen d'Alençon est d'origine hydrothermale, et des minéralisations en barytine, galène et fluorine sont présentes (Rioult, 1980a). L'origine pédogénétique de la silice des calcaires bathoniens moyens et supérieur est confirmée par l'absence de silicification des argiles de décalcification antérieure à la glauconie crétacée, indiquant alors une silicification postérieure au Cénomanien.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

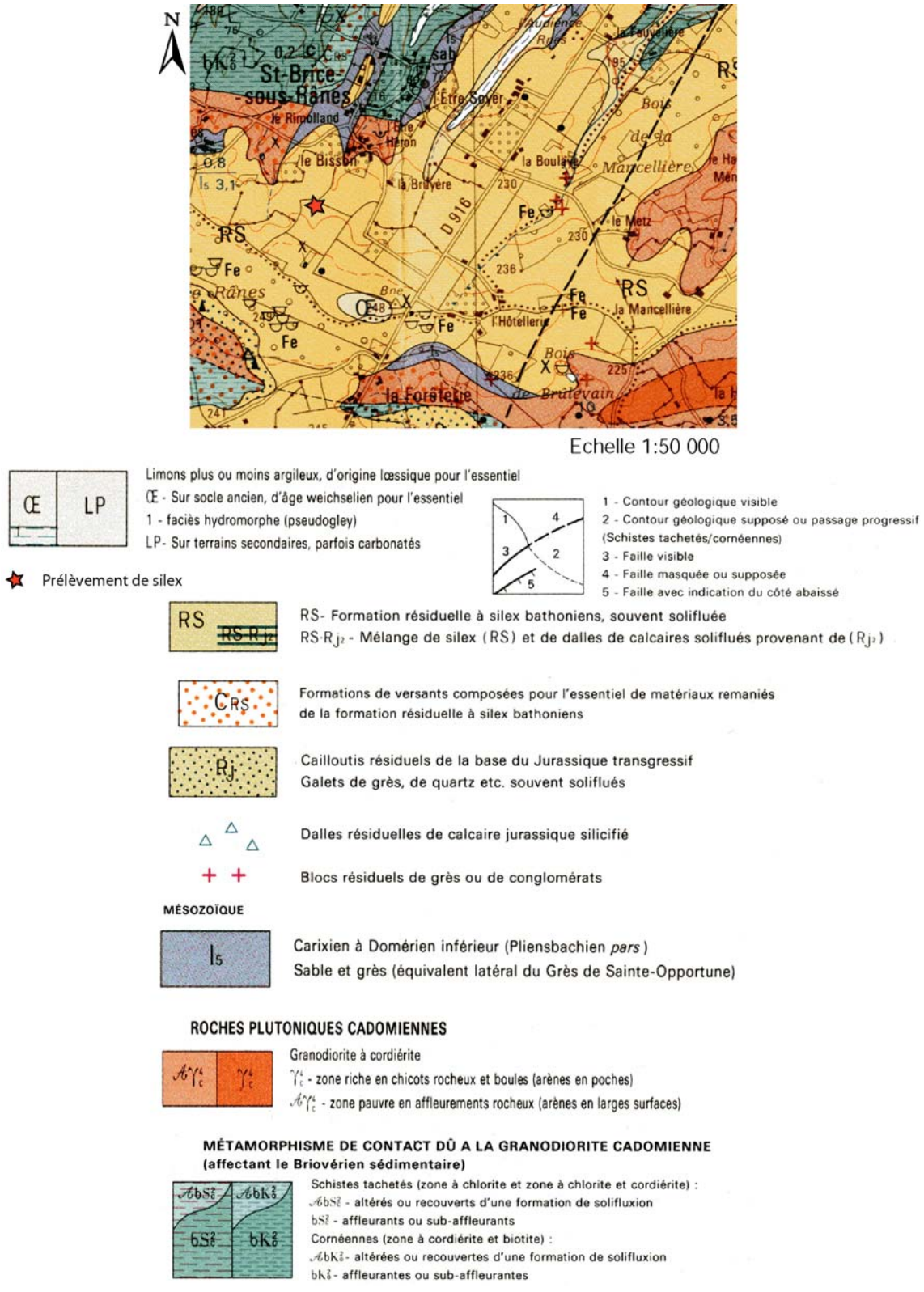


Fig. 18. Carte géologique de la région de St-Brice-sous-Rânes (d'après Kuntz et *al*., 1989, modifié).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-2-2-2- Les argiles à silex de Ronai (Commeaux) et des Moutiers-en-Cinglais

Les formations résiduelles issues de la décarbonatation des calcaires jurassiques et crétacés sont très abondants dans la région de Commeaux (Fig. 19) et sur le plateau du Cinglais (Sud-Est de Falaise, Fig. 20) : argiles à silex rougeâtres pour le Jurassique et jaunâtres pour le Crétacé (Gigot et *al*., 1999 ; Vernhet et *al*., 2002).

Les argiles à silex jurassiques appartiennent à la surface polygénique pré-pliocène du Pays d'Auge et de Gouffern (Pellerin, 1967), et font suite aux argiles à silex développées sur les formations crétacées de l'Ouest du Bassin de Paris. Elles se situent à partir de 100 m d'altitude au dessus de la couverture sédimentaire jurassique des plateaux de Noyers-Bocage-Monts-en-Bessin, de Cesny-Bois-Halbout-le Cinglais et d'Evrecy-Vacognes-Neuilly. Leur épaisseur varie de 0,5 m à 10 m. Les restes de la roche carbonatée altérée n'affleurent plus qu'en bordure des plateaux.

Le faciès le plus fréquemment rencontré, au sein d'une matrice argileuse de teinte jaunâtre à ocre-rouille, est sous la forme de silex corrodés, silex rubéfiés, silex entiers ou fragmentés en éclats et esquilles, et encroûtements ferrugineux. En fonction de la forme des blocs de silex, on peut aisément reconnaître la roche mère. Les silex issus des calcaires argileux à silex de la « Malière » (Aalénien moyen à Bajocien inférieur) sont noirs en cassure fraîche et biscornus tandis que les silex issus des calcaires du Bathonien se présentent sous forme de table.

L'abondance des silex de la « Malière » est variable selon leu position sur le terrain. On note une faible représentation de ce faciès au sein de la commune de Feuguerolles-Bully avec cependant des zones à densité élevée tel à Sainte-Honorine-du Fay (Carte 1/50000 Villers-Bocage). Les silex de la « Malière » sont au contraire très abondants dans le Bessin où les calcaires ont une épaisseur de 8 à 10 m. S'ils sont épais dans le Bessin, les calcaires de la « Malière » ont une épaisseur plus réduite dans la région de Caen (6 m), sur la feuille Mézidon (3 m), à Feuguerolles (0,25 m). Ils sont absents dans la région de Condé-sur-Noireau et de Falaise.

Les argiles à silex jaunâtres et autochtones sont localisés principalement au niveau du Plateau de Gouffern. Des affleurements plus restreints s'observent au Nord-Est d'Occagnes où ils sont allochtones. Ces formations sont issues de la craie glauconnieuse cénomanienne.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

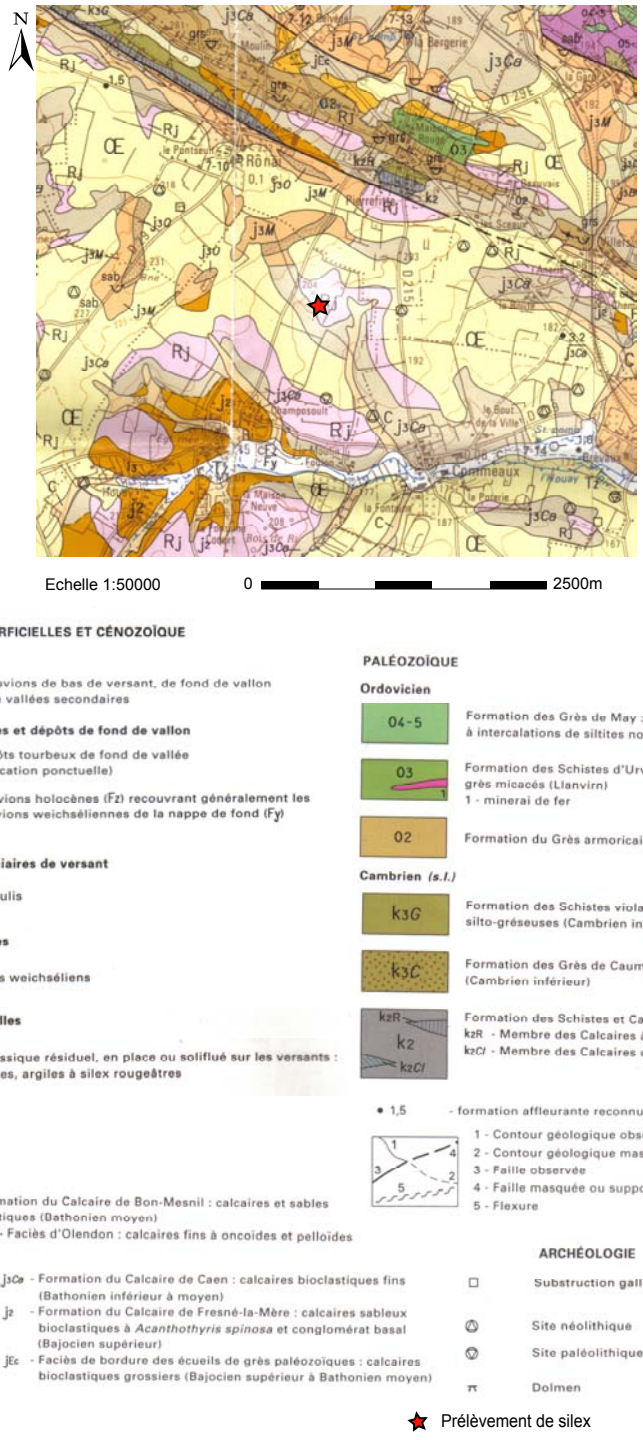


Fig. 19. Carte géologique de la zone de Ronai (d'après Gigot et *al*., 1999, modifié)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

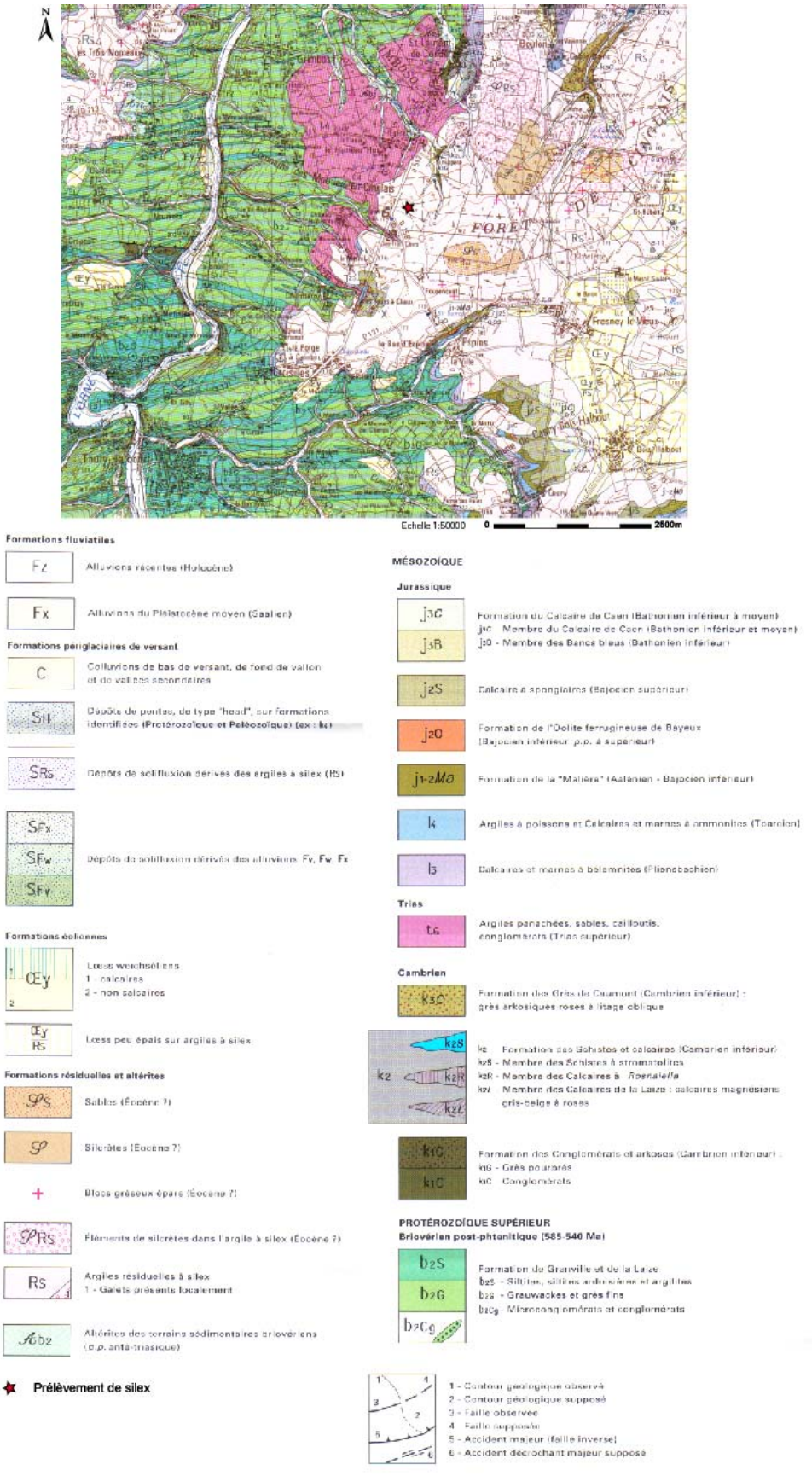


Fig. 20. Carte géologique des Moutiers-en-Cinglais (d'après Verhnhet et *al*., 2002, modifié)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-2-3- En Pays de la Loire

Les galets côtiers actuels affleurent depuis la Pointe Saint Gildas au nord jusqu'aux estrans de Château d'Olonne au sud (Fig. 16). Les silex affleurent alors au sein de diverses configurations topographiques (cordons littoraux, pointes, anses et criques).

- Des placages d'alluvions fluviatiles anciens bordent les plates-formes au sud de la Loire, entre 20 et 25 mètres d'altitude (Cheix-en-Retz au sud-est de Paimboeuf). Ces alluvions sont constitués de sables rouges feldspathiques et de galets. On y rencontre alors des galets de quartz, de grès siliceux, de silex bruns ou jaunes, de silex bleutés gris ou noirs et des fragments de spongiaires sénoniens remaniés. Alors que les silex bleutés, gris ou noirs, accompagnés d'un cortège de galets de quartz représentent des dépôts marins pliocènes, les silex bruns ou jaunes sont transportés par la Loire (l'origine première étant le Loir) (Ters et *al*., 1978a). Les lambeaux de terrasses fluviales moyennes affleurant à Breil, Cossonnière (au nord de Cheix-en-Retz), dans la commune de St-Etienne-de-Montluc et à Fougerouge (au nord-ouest de Frossay) contiennent eux aussi des galets de silex jaune. Ils reposent ici sur des sables rouges pliocènes jusqu'à Bouguenais. Des placages d'alluvions identiques s'observent au moulin de la charbonnière (6 m d'épaisseur) (Ters et *al*., 1969) et au nord du Bois Corbeau (24 m d'altitude : Les silex jaunes se situent sur des argiles grises recouvrant le socle ; l'ensemble est surmonté de deux niveaux sableux graveleux en bas et rouge fin en haut).

Au sud-est de Nantes, dans la commune de la Basse-Goulaine, on observe des restes de cette terrasse. Cette terrasse alluviale disparaît à l'ouest de Paimboeuf en raison d'une forte érosion qui s'est produite lors de la baisse du niveau de base de la Loire pendant les périodes périglaciaires.

- Dans la partie nord de Noirmoutier-en-Ile, il existe une plaine de remblaiement d'altitude presque uniforme (6 à 8 mètres). Elle est constituée de nombreux galets roulés de granite, micaschiste, pegmatite, quartz, grès éocène et de silex allongés (couleur jaune ou gris foncé) renfermés dans une nappe sableuse. Des affleurements de cette même nappe apparaissent à différents endroits (plage des Souzeaux, l'Anse Rouge, la Pointe de St-Pierre) à l'Est du Bois de la Chaise. Il sont séparés du grand remblaiement par une falaise de calcaires dolomitiques à *Nummulites brongniarti* du Biarritzien (Lutétien supérieur) et renferment à certains endroits des dalles de grès (notamment au Bois de la Chaise) (Ters et *al*., 1978c).

- De la Bernerie aux Moutiers, des indices de dépôts mésozoïques sont présents (Durand, 1957). Dans le Bas-estran de la Bernerie (Langoutière), affleure un cordon large de 1 à 4 m, et composé de gros galets de silex, observé depuis 1960 (Mounès, 1974). Notons d'abord que l'observation de galets de silex a été préalablement notée par S. Durand (1957) au niveau de la plage de La Sennetière. Les galets de silex sont ici très peu nombreux et contenus dans une brèche qui surmonte les micaschistes altérés en une argile feuilletée. La dimension des gros galets varie de 10 cm à 60 cm en haut en bas de l'estran. Ces galets de couleur jaune au brun ou noir reposent directement sur la porphyroïde de type B.

Les affleurements de silex apparaissent également au niveau de la côte des Moutiers : le Caillou Blanc (limite des communes de La Bernerie et des Moutiers) et Le Bois Milet. Situés à 500 m au sud-est du Caillou Blanc, les affleurements de Le Bois Milet se présentent sous la forme de bancs (épaisseur de 10 à 25 cm), localisés au pied de la plage. Ces bancs de silex

reposent sur le socle de phtanites altérés rougeâtre dans un ciment ferrugineux. Les silex noirs du Caillou Blanc sont mêlés à une brèche de quartz qui renferme un sapropel paléocène (Durand, 1957), de nombreux fragments de spongiaires entièrement silicifiés et un *Rhynchonella* (Mounès, 1974).

A Saint-Cyr-en-Retz (Bourneuf-en-Retz), les conglomérats de la Touche (+15 m NGF) reposent sur la porphyroïde de type B et renferment quelques éclats de silex noir. Ces conglomérats contiennent cependant un spongiaire silicifié (*Siphonia parkinson*), rencontré fréquemment dans des craies du Sénonien. Au sein des sables rouges pliocènes surmontant ces conglomérats un fragment de coralliaire genre *Madrepora* ou *Alcyon* et un spongiaire ont été observés. Toutes ces observations concourent à l'idée d'un remaniement de ces restes mésozoïques au cous du Cénozoïque, en accord avec les mélanges observés avec des fossiles cénozoïques aux Moutiers. Les éclats de silex noir et les spongiaires sénoniens, que contiennent les conglomérats de la Touche, montrent leur parenté avec la brèche de quartz du Caillou Blanc aux Moutiers.

- Les échantillonnages effectués par les bénévoles de l'ARANOV (Gaborit et *al*., 2000) ont permis de répertorier des affleurements de silex entre le Marais Girard (commune de Brem-sur-Mer) et la Pointe du Payré.

Les cordons de galets de La Gachère et de l'estuaire du Payré ont été cartographiés sur la carte géologique des Sables-d'Olonne (Ters et Gabilly, 1986 ; Goujou et *al*., 1994) comme des cordons actuels générés par un courant littoral parallèle à la côte, du nord vers le sud. Les galets de silex ovoïdes (rarement plats), sont blond clair à blond foncé et homogènes en majorité, et entourés d'un cortex ocre. Leur taille moyenne est comprise entre 4 et 6 cm, mais ils peuvent atteindre 7 cm dans certains cas. A la Pointe du Vieux Moulin, des silex de calibre identiques aux précédents ont une couleur blond clair. Ils diffèrent par leur cortex blanc, et une partie intermédiaire sombre entre le cortex et le cœur de la roche.

Des cordons constitués de galets frais gisent au niveau de la Baie de Cayola (au sud du Bois-Saint-Jean) et de Bourgenay. Il s'agit d'éléments de Lias silicifiés. En arrière de la Pointe du Payré, de vastes formations calcaires jurassiques affleurent. L'âge de ces calcaires s'étale du Lias inférieur (Hettangien) au Dogger moyen (Callovien).

A l'Hettangien, se déposent essentiellement des calcaires dolomitiques roux ou jaune (6 à 7 m), et des argiles dolomitiques jaune verdâtre (4 à 5 m).

Au Pleinsbachien, des calcaires argileux roux à Oolithes ferrugineux (0.50 m) se déposent au Carixien (Butel, 1951, 1953), suivis au Domérien par des calcaires argileux bleutés alternants avec des marnes (2.25 m) et à la base desquels affleurent sur 0.50 m des oolithes ferrugineuses à *Gryphaea cymbium* et *Amaltheus stokesi*.

Le Toarcien est marqué par le dépôts de 11 couches successives de marnes et d'argiles feuilletées de 113 à 18 mètres de hauteur (Goujou et *al*., 1994), avec une dominance de marnes bleu-noir. La succession faunique d'ammonites a permis de les rattacher au Toarcien du Sud-Ouest de la France établi par Gabilly (1962b).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-3- Caractérisation pétrographique et structurale des silex.

La caractérisation du silex peut se faire qualitativement et quantitativement. Nous nous baserons essentiellement sur des méthodes d'analyse qualitatives (pétrographie) car elles sont les plus répandues, les moins coûteuses et ne nécessitent pas de moyens matériels importants.

2-3-1- L'échelle macroscopique

La caractérisation macroscopique est la plus appliquée et la plus accessible. Elle consiste à définir le type de matière première par rapport à un référentiel déjà établi. La limite principale de cette méthode est la non-standardisation des critères d'identification. La nature et la définition des critères dépend alors fortement de l'inventeur et utilisateur qu'est le chercheur. La simplicité de sa mise en œuvre, la rapidité dans la classification, le coût, le caractère non destructif et la non nécessité de compétences particulières sont des critères ayant favorisé l'utilisation de l'analyse macroscopique.

Malgré ces avantages dans la méthode, les résultats sont assez discutables du fait d'une description limitée par l'état de surfaces des pièces (patine, désilicification, lustrage, imprégnations superficielles). Ce sont quelques exemples de facteurs qui influent sur l'appréhension de couleur, d'éclat ou même de la forme ou dimensions du grain matriciel. Il serait donc prudent de toujours l'associer à d'autres types d'analyses. Cette méthode reste l'étape première dans la détermination des faciès et origine des silex.

Les critères macroscopiques sont le plus souvent des termes ne permettant pas une analyse assez objective des échantillons. Le plus évident de ces termes est le mot **cortex.** Ce dernier représente la couche externe recouvrant le silex. Il est de nature siliceuse, mais pourra être dans certains cas qualifié soit de calcaro-gréseux, crayeux, calcaire ou alluvial. Le terme alluvial définissant des surfaces naturelles qui par dissolution du cortex initial présentent des altérations en coups d'ongles (Masson, 1981). Ces surfaces induites par un transport alluvial ou pas, sont aussi qualifiées de néo-cortex. D'autres types de surfaces naturelles se rencontrent parfois sur le silex, telles les cassures et les diaclases provoquées sous contraintes tectoniques avec l'encaissant.

La couleur, l'éclat ou le grain, sont autant de paramètres macroscopiques que nous emploierons très peu dans nos comparaisons. L'analyse des propriétés mécaniques se fera essentiellement en se basant sur des caractères microscopiques lorsque ceci sera possible.

2-3-2- L'échelle microscopique

L'analyse pétrographique par lames minces à l'inverse de l'observation macroscopique est une méthode destructive. Elle permet cependant de déterminer les différentes formes de silice, la nature de la silicification et l'agencement des grains (microstructure). Diverses approches sont alors envisageables suivant l'information souhaitée.

La première approche, comme dans le cas de toutes les roches, est la détermination de l'origine du silex. Cette analyse permet, en aval de la caractérisation macroscopique, d'affiner la discrimination des silex présentant une structure similaire, ou des caractères macroscopiques peu ou pas bien distincts, et englobe la détermination micropaléontologique. Cette détermination est plus ou moins aisée suivant le degré de silicification, et permet de fixer l'âge du matériel originel. L'observation des microfossiles peut se faire en lames minces

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

comme au MEB (Microscope Electronique à Balayage). La problématique développée dans nos travaux ne nécessite pas l'application de la technique du MEB, d'autant plus que les échantillons de silex analysés affleurent dans des zones bien distinctes. L'association avec les résultats d'étude des propriétés mécaniques ne nécessite pas une détermination très fine de l'âge. Il s'agit simplement d'une information supplémentaire.

L'approche pétrographique et microstructurale est celle que nous utiliserons le plus et qui fera l'objet d'une analyse plus fine.

2-3-2-1- La classification texturale

Plusieurs classifications sont proposées pour les roches sédimentaires. Dans le cadre de nos travaux, nous développerons une analyse basée sur la classification de Dunham (1962).
Cette classification empruntée aux calcaires se fait par analogie. La matrice micritique (calcaire) est substituée par une matrice microcristalline de silice plus ou moins dense.
Les grains sont de nature pétrographique identique, ou différente de la matrice, leur taille est cependant plus grande. Ils proviennent aussi de la silicification des restes biologiques (microfossiles ou macrofossiles).

En considérant la forme, la taille et la position des grains les uns par rapport aux autres, elle permet d'évaluer les proportions relatives matrice et grains. Cette analyse conduit alors à l'interprétation dynamique des milieux. On distingue quatre principales textures morpho-dynamiques :

- Wackstone : il s'agit d'une roche carbonatée sédimentaire comportant des éléments figurés non jointifs, et moins de 10% de ciment finement cristallin.

- Packstone : contrairement à une texture wackstone ou mudstone, les grains sont jointifs et consolidés par un ciment finement cristallin.

- Mudstone : cette texture présente plus de 10 % de ciment finement cristallin avec une proportion variable d'éléments figurés

Ces trois grandes textures sont toutes caractérisées par la présence d'une matrice micritique. Deux autres structures concernent les silex à grains jointifs sans matrice micritique (Grainstone), et les calcaires construits tels les calcaires récifaux (Boundstone).
La relation texture et hydrodynamisme est évaluée grâce aux diagrammes de fréquence (Baccelle et Bosellini, 1965). Des Mudstones aux Grainstones l'hydrodynamisme croit (agitation du milieu). Les milieux vaseux caractérisés par des silicifications de type Mudstone laissent alors place à des dépôts entièrement sableux, qui donnent naissance à une texture de type Grainstone.

2-3-2-2- La distribution et l'organisation des grains

La forme, la surface et la dimension des grains nous renseignent autant sur les milieux de sédimentation que sur la discrimination des silex. Ces caractères sont d'une importance capitale pour la compréhension du degré d'isotropie ou d'homogénéité de la roche. Une structure possédant des grains de dimensions identiques ou proches sera qualifiée de bien triée ou bien classée, à l'inverse, une structure à grains de dimensions très variables sera qualifiée de mal classée (Fig. 21). Ce classement traduit l'action du transport ou du dépôt et par

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

conséquent est l'expression de la force de courant. Il aura une influence très forte sur des paramètres mécaniques tels la rigidité, mais moindre sur la dureté ou la ténacité.

a) b) c)

Fig. 21. Tri d'une roche sédimentaire. a) bien triée, distribution unimodale. b) moyennement triée, distribution bimodale. c) mal triée, distribution plurimodale (d'après Charollais et Davaud, 1976).

La sphéricité et l'émoussé des grains sont aussi des indices des conditions de transport et de sédimentation.

2-3-3- Résultats de pétrographie et de structure

2-3-3-1 Les silex des Moutiers-en-Retz

Les blocs de silex affleurant le long de la plage des Moutiers-en-Retz ont des formes subarrondies à amygdaloïdes. La gamme de couleur s'étend du jaune clair ou orangé à un gris sombre ou noir avec tous les intermédiaires. Ils présentent parfois un cortex d'altération (désilicification) de nature calcaro-gréseuse. Ce néo-cortex est parfois absent suite au long processus de brassage marin. Des figures de recristallisation de la silice (microgéodes de calcédoine) et de désilicification (microgéodes de carbonates) montrent que ces silex proviennent de la combinaison de processus d'altération mécanique et chimique qui se poursuivent actuelllement. Ces divers processus conduisent parfois à la formation de sortes de poudingues formés de petits galets de silex, quartz, gabbro… plus ou moins altérés et consolidés par un ciment siliceux. De nombreuses cavernes couvrent la surface des blocs.

La texture des silex des Moutiers est en majorité celle d'un mudstone (Planche 1, Fig. 1 et 2) Ils contiennent pour la plupart moins de 2 % de grains non jointifs. Cependant la roche peut présenter par endroits un aspect de wackstone (Planche 1, Fig. 2 et 4) et packstone (Planche 1, Fig. 5), et très rarement de grainstone (Planche 1, Fig. 3 et 5). Au sein d'un bloc, on peut observer la superposition de plusieurs textures. La matrice est constituée de silice microcristalline de quartz. Les intraclastes sont essentiellement des grains de quartz de taille variable, subémoussés ou émoussés de 25µm à 375 µm, des pellets silicifiés et parfois de la calcite en lamelles polysynthétiques, de la dolomite maclée. Au sein des blocs de type grainstone, les grains de mégaquartz peuvent atteindre 1,5 mm.

La roche est bien triée au sein des textures de type mudstone avec une distribution principalement unimodale (essentiellement dans les silex à couleur jaune clair à orangé et gris clair ou bleuté). Les blocs à texture de packstone et grainstone sont généralement gris et sombres. La présence de zones grises sombres au sein de certains blocs clairs sont la preuve

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

qu'il s'agit de silex d'origine identique. Ces silex sont moyennement triés et/ou mal triés, et la distribution des grains est plurimodale, rarement bimodale.

Les bioclastes présents sont entièrement silicifiés en microquartz. On peut cependant discerner leur forme originelle. Ce sont de nombreux oolithes, foraminifères (exemple foraminifère unilocolaire sphérique : *Orbulina*), bryozoaires en bâtonnet contenant des zoocies dans la partie interne, formes de cupulospongiaires, des algues charophytes, de rares échinides et gastéropodes. L'observation d'*Orbulina* permet d'affirmer que la silicification s'est probablement produite à partir de boues calcaires à argilo-calcaires de bassin océanique de moyenne profondeur. Cette origine concorde assez bien avec la dominance de la texture de mudstone au sein de ces silex. Les structures de packstone et de grainstone révèlent aussi une origine intertidale ou médiolittorale, renforcée par les nombreux pellets et orbitolinidés et algues charophytes. Au total, les silex de la plage des Moutiers en-Retz sont issus de la décarbonation de boues calcaires à argilo-calcaires des étages supratidaux ou intertidaux (à énergie moyenne à basse ou faible).

De nombreuses figures de lixiviation (Planche 1, Fig. 6) des carbonates sont dessinées par des alternances de plages sombres d'oxydes et de calcite altérée. Elles témoignent de la dissolution de la silice au cours de l'altération. La recristallisation de la silice conduit alors parfois à la formation de textures de types wackstone ou grainstone lorsque la quantité de silice est abondante. Au sein de ce dernier type de texture, on observe des grains de quartz anguleux à subarrondis dans une matrice de calcédonite. Par endroits, la périphérie des quartz est faite de deux zones : la zone la plus à coeur est constituée de calcédoine en faisceaux (calcédonite), et la zone la plus externe, de calcédoine en éventail (quartzine). Cette calcédoine en éventail constitue par endroits la seule forme de silice observée.

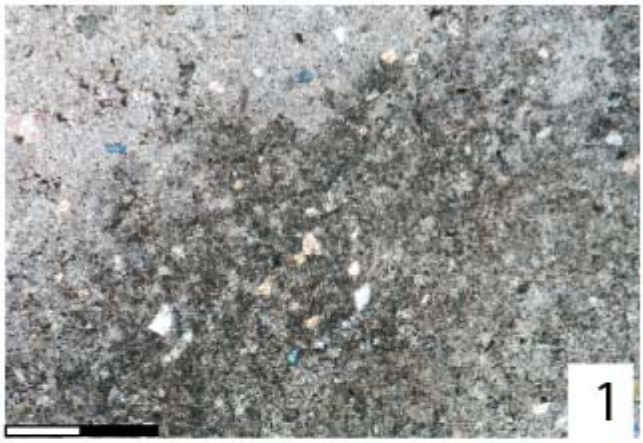
2-3-3-2- Les silex de la Baie de Caen et des Rânes

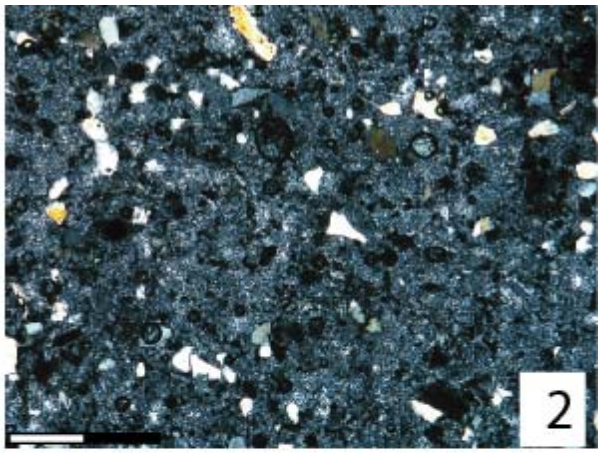
Des échantillons ont été prélevés dans la vallée de Saint-Pair (Normandie). Ce sont des calcaires très peu silicifiés. Cet échantillonnage a été effectué dans le but de réaliser une étude comparative de la réponse mécanique en fonction du degré cristallisation et de la densité.

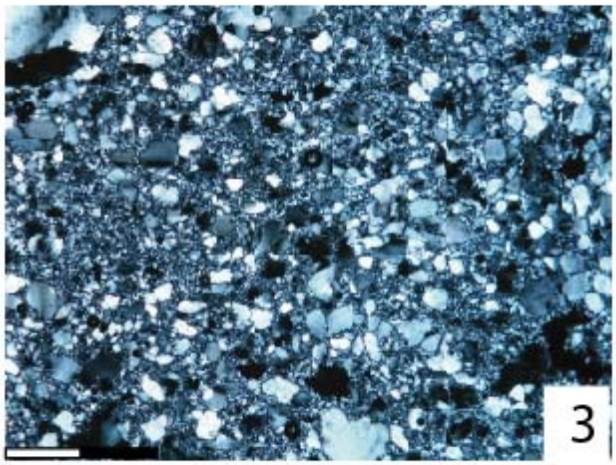
Tout comme ses homologues, les silex des formations résiduelles des Rânes présentent de nombreux éléments de désilicification. L'épaisseur de la partie corticale des silex du Cinglais varie généralement de 0,4 cm à 2,5 cm. Si l'altération chimique est estimée faible dans le Bassin Parisien (Laignel et Meyer, 2000), aucune quantification de cette altération n'a été effectuée aux Rânes. Laignel et Meyer (2000) ont donc évaluée la désilicification de 0,9 % à 7,3 %, les valeurs les plus fortes étant obtenues sur des affleurements où le cortège argileux est peu évolué.

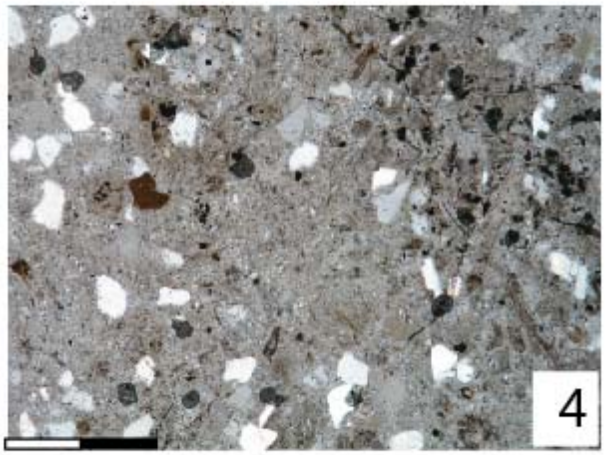
D'après les observations de S. Coutard (1998), les silex des Rânes et les calcaires d'Ecouché présentent une faune identique, de la pyrite très altérée, des oxydes de fer et de nombreux nanocristaux de gypse. La forme de silice la plus présente est la calcédonite crypto-cristalline. Elle dessine aussi des formes de sphérolites et de colloïdes. On note également des restes de calcite.
Les oxydes ferrugineux décrivent des auréoles parallèles au cortex, et indiquent le transfert des ions ferreux au cours de la décarbonatation du calcaire d'Ecouché.

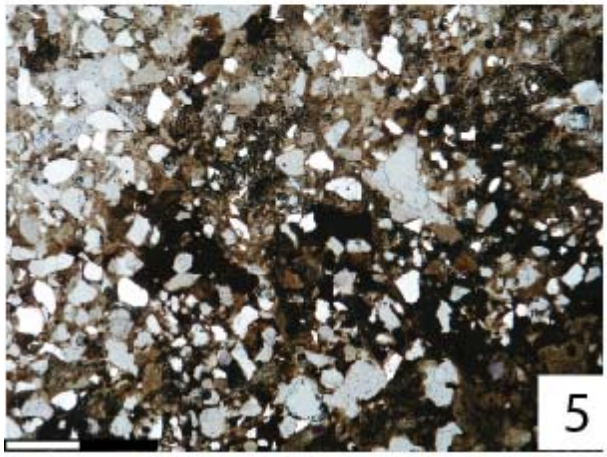
tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

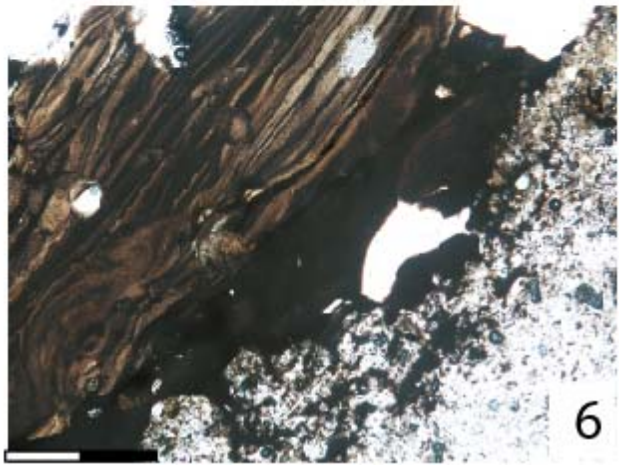












tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Planche 1. Silex des Moutiers-en-Retz

Fig. 1. Les Moutiers (LP)
Faciès de Mudstone
Trait : 500 µm.

Fig. 2. Les Moutiers (LP)
Faciès de Mudstone à Wackstone
Trait : 500 µm.

Fig. 3. Les Moutiers (LP)
Faciès de Packstone à Grainstone
Trait : 500 µm.

Fig. 4. Les Moutiers (LP)
Faciès de Mudstone à Wackstone
Trait : 500 µm.

Fig. 5. Les Moutiers (LP)
Faciès de Grainstone à Packstone
Trait : 500 µm.

Fig. 6. Les Moutiers (LP)
Figures de lixiation.
Trait : 500 µm.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les bioclastes silicifiés sont abondants et leur taille varie de 90 μm à 0,8 mm. Ils sont représentés par de très nombreux cupulospongiaires, échinodermes et ostracodes. Les foraminifères et dinoflagellés contenus dans les calcaires originels sont absents. La matière organique est présente sous la forme d'amas marrons à noirs.

2-3-3-3- Les silex des Moutiers-en-Cinglais et de la Baie d'Audierne

La réalisation d'une étude microscopique approfondie n'a pas pu être effectuée en raison de le densité des études. Cependant, une description macrostructurale a été possible. Elle s'avère suffisante malgré la limite des informations quelle procure. La grande différence externe qui existe entre les silex du Cinglais et ceux des Rânes est l'épaisseur du cortex. Ce cortex a une épaisseur généralement inférieure au centimètre. Les données de description microscopique sont issues des travaux de S. Coutard (1998). Elle observe une minéralogie essentiellement constituée de calcédonite cryptocristalline et d'oxydes de fer (goethite). Les pelloïdes silicifiés accompagnent de nombreux bioclastes de taille supérieure à 1,6 mm. Ces bioclastes sont composés de spicules d'échinodermes et foraminifères. De rares ostracodes sont présents.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

3- Géologie des formations d'arénites quartzeuses et gréseuses armoricaines

3-1- Les formations d'arénites quartzeuses et gréseuses sud armoricaines

3-1-1- Localisation

Ces arénites quartzeuses affleurent essentiellement dans la région de Montbert située à une vingtaine de kilomètres au sud de la ville de Nantes, et constituent une partie des restes d'un ancien fleuve Yprésien s'étendant du Berry à la Vendée (Fig. 22). D'âge premièrement supposé Cuisien (Eocène inférieur), ils sont identifiés comme étant des grès-quarzites (Ters, 1982). Les affleurements se présentent sous forme de dalles épaisses et de gros blocs disloqués, patinés et de couleur brune. Ces grès-quarzites sont associés à des cailloutis et sables résiduels blancs dont le faciès permet de les rapprocher des grès du Moulin des Penauds (à 1,5 kilomètres au Sud-Est de Saint-Hilaire-de-Chaléons), et de la Bitauderie (à 1,5 kilomètres au Nord de Cheméré).

Les cailloutis possèdent des caractères sédimentologiques observables autant en amont qu'en aval du fleuve yprésien. Constitués de trois composantes principales : galets de silex remaniés à patine noire, « dragées » de quartz et fossiles remaniés du Crétacé supérieur (principalement des spongiaires silicifiés).
La composante des cailloutis et des « sables à galets » qui contiennent des fossiles silicifiés et remaniés a été mentionnée par divers auteurs avant même l'attribution de son âge Yprésien, notamment à Noirmoutier (Bertrand-Geslinn 1983 ; D'Archiac, 1846 ; Ferronnière, 1920 ; Ters, 1978c) , à Montbert (Ganichaud, 1922 ; Ters, 1982 ; Chevalier et Borne, 1989), à Savenay (Barrois, 1921 ; Bézier, 1922), dans le bassin de Machecoul et à la Sennetière (Durand, 1960 ; Mounès, 1974), dans les régions de Grand-Lieu (Bureau et Ferronnière, 1926 ; Ters, 1982) et de Pornic (Bureau et Ferronnière, 1926). A titre d'exemple, les fossiles observés à Montbert par B. Ganichaud (1922) sont « toujours un peu roulés ». Ce sont des ammonites [semblant être] *Fagesia superstes* Kosmat, de nombreux cupulospongiaires silicifiés, une baguette de *Cidaris*, des *Ostrea* et quelques *Pecten* et *Janira* silicifiés.

Les sables accompagnant les cailloutis ont fait l'objet de nombreuses études minéralogiques, granulométrique et morphoscopique par de nombreux auteurs. Il en ressort que les sables sont essentiellement quartzeux, avec quelques grains de feldspath dont le taux diminue de l'amont du fleuve yprésien (1 à 2 %), vers l'aval (0%) (Flageollet, 1977). On observe dans les deux parties des grains émoussés luisants (EL), et des quartz hyalins (QH) dont les proportions croissent de l'amont vers l'embouchure pour les premiers (EL = 20-40% à EL > 80%) et inversement pour les seconds (QH = 60-80% à QH < 5%), traduisant alors un façonnement marin. Plusieurs auteurs (Gautier, 1969 ; Flageollet, 1977 ; Chevalier, 1987) ont souligné l'importance du façonnement marin des sables de l'embouchure. Les sédiments sont aujourd'hui attribués sur les cartes géologiques au Pliocène ou Plio-Quaternaire. Cependant la palynologie permit à S. Durand (1960) d'attribuer un âge éocène aux sédiments de Savenay, La Sennetière et Noirmoutier. M. Ters hésita à la suite de nombreuses analyses palynologiques donnant un âge yprésien de discuter (Ters et *al.*, 1978a, 1978b, 1978c ; Ters, 1982). Cet âge Pliocène fut remise en cause par M. Chevalier (Chevalier, 1987 ; Chevalier et Borne, 1989).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

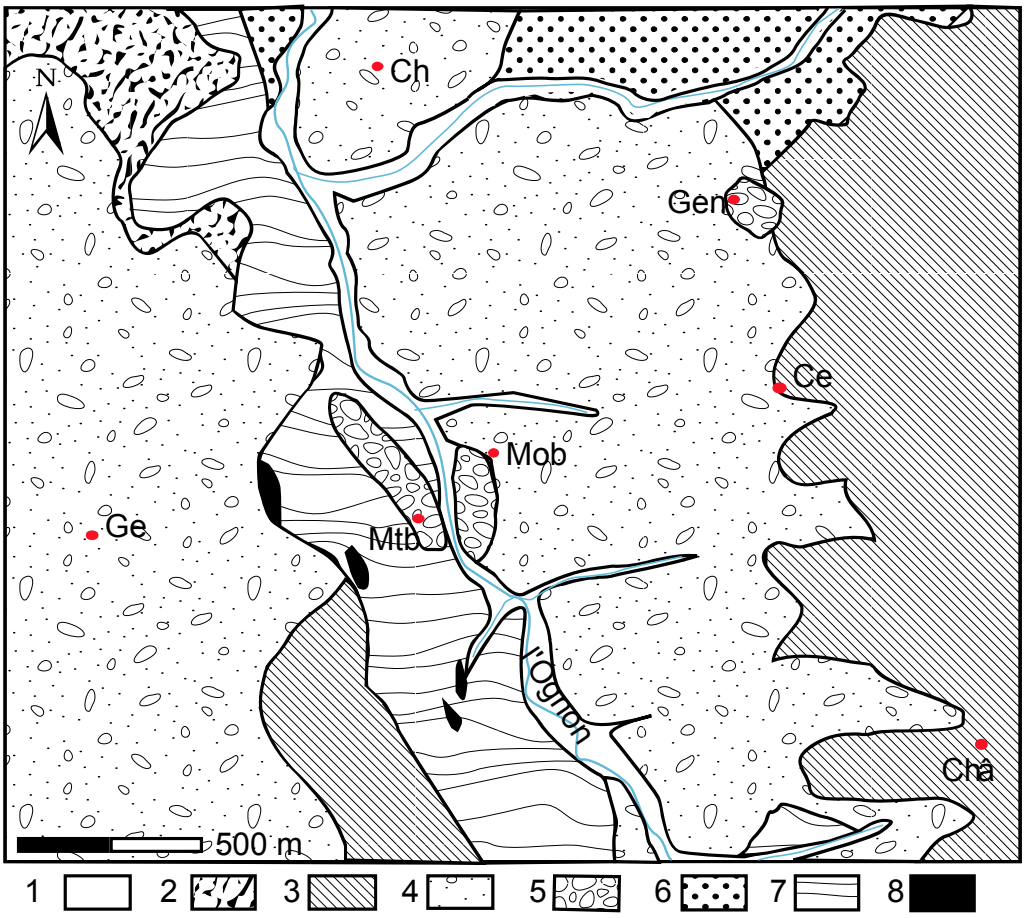


Fig. 22. Carte géologique de la région de la région de Montbert.

1. Alluvions actuelles ; 2. Colluvions ; 3. Sables et limons éoliens ; 4. sables et galets de quartz et silex du Pliocène marin ; 5. Sables et grès éocènes de l'Yprésien ; 6. Leucogranites à deux micas d'âge hercynien ; 7. Gneiss feuilletés ; 8. Serpentinites.
Ge : Geneston Mtb : Montbert Mob : le Moulin bleu Châ : le Châtegnier Ce : le Cerny Gen : le Genestois Ch : les Chaises

3-1-2- Caractérisation pétrographique et structurale

Les grès affleurant en Vendée sont communément appelés grès ladères (Durand, 1960). Ils ont été assimilés à des grès « à sabals » (palmiers fossiles) de l'Anjou par de nombreux auteurs : L. Crié (1881) ; G. Vasseur (1881) ; A. De Grossouvre (1898) ; J.M. Bourdeau (1938, 1940) ; J.M. Bourdeau et A. Guilcher (1941). L'attribution d'un âge éocène à ces grès fût précédée de nombreuses tentatives de datations basées sur l'observation de fossiles sénoniens au sein des grès « à sabals » de l'Anjou semblables (Welsch, 1897 ; 1910), sur la flore fossile (Couffon, 1909 ; Fritel, 1922), et sur l'existence de grès identiques situés entre le Lutétien marin et l'oligocène du bassin de Saffré (Durand, 1960). Ces études leurs attribuent alors un âge Bartonien. L'idée de la grésification à l'Eocène de sables sénoniens plus ou moins remaniés a depuis alors été acceptée (Vaudois-Miéja, 1979).

Ces grès se situent dans la partie supérieure des formations sablo-graveleuses yprésiennes, mais aussi crétacées (Touvois, Challans), voire lutétiennes (Saffré ; Grand-Lieu) (Godard et *al*., 1994), et formaient des croûtes de silicification pédologique à la partie supérieure des

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

sédiments éocènes avant leur démantèlement. Suite à l'érosion éolienne, ils affleurement sous forme de blocs remaniés et patinés (« grès lustrés »). Ils sont plus fréquemment observés lorsque l'épaisseur des sédiments est faible, notamment sur les bordures de la formation yprésienne.

3-1-2-1- Les grès quartzeux de Montbert (Gisements bruts : lieux dits Eglise et Moulin bleu)

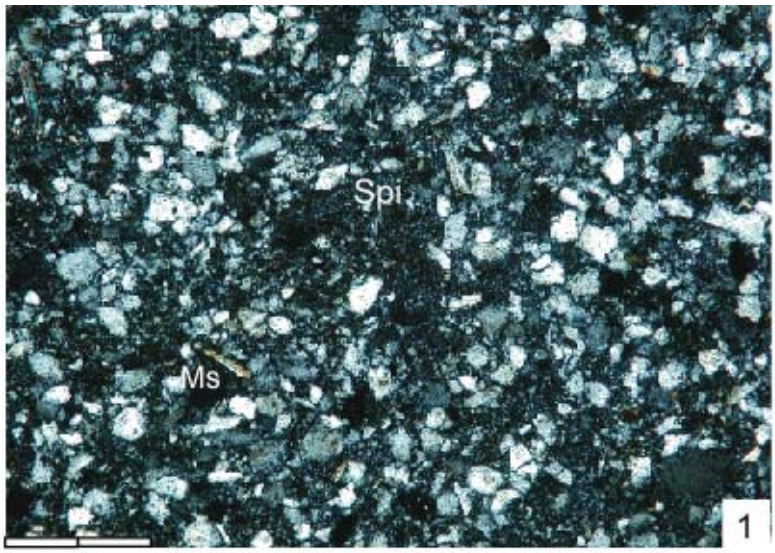
Les formations sédimentaires détritiques de Montbert présentent des faciès granulométriques allant des siltites aux arénites.
La minéralogie est essentiellement composée de quartz à plus de 95%. D'autres minéraux apparaissent en faible quantité tels de rares feldspaths, des minéraux lourds (zircon et tourmaline) (Planche 3, Fig. 3, 4 et 5), des paillettes de muscovite, des oxydes de fer et de titane diffus au sein des fentes de fracturation des quartz. Les grains de mégaquartz sont en général subémoussés ou émoussés.

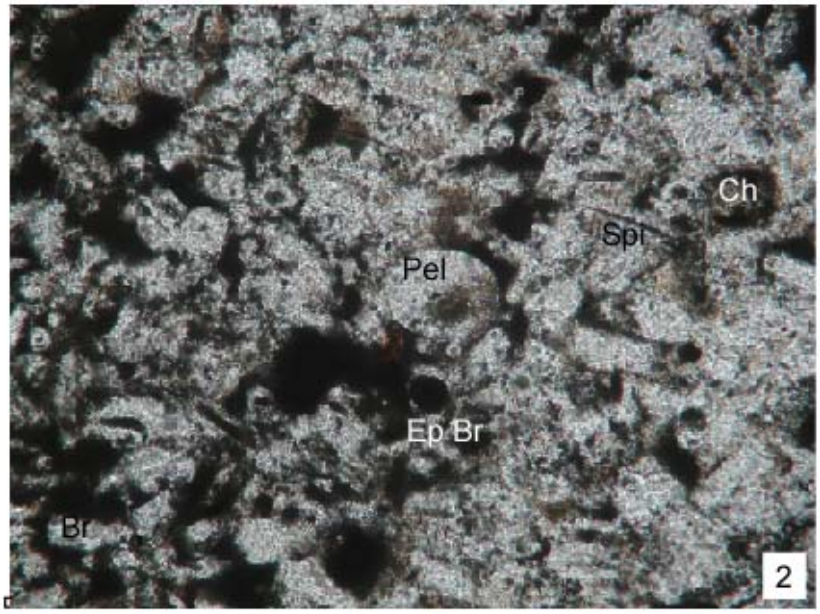
Au sein de certaines zones remplies d'oxydes de titane et de fer, on observe parfois des formes de bioclastes silicifiés telles des algues charophytes (Planche 2, Fig. 1 et 2), marqueurs d'un environnement d'eau douce, des spicules d'éponges (Planche 2, Fig. 2) remplies d'oxydes de titane. Ces spicules d'éponges sont le témoin d'une origine marine des sédiments. B. Ganichaud (1922) avait déjà noté au sein des cailloutis de nombreux cupulospongiaires silicifiées. Ces spicules s'accompagnent aussi de brachiopodes à structure lamellaire, et de rares palmiers (sabals) silicifiés. Les Fig. d'illuviation (Planche 2, Fig. 3) observées au sein de ces grès sont nombreuses et formées d'opale et leucoxènes (oxydes de titane). L'observation des feuilles de palmiers (Planche 2, Fig. 4) concordent avec les observations de De Tromelin (1875), et celles de figures d'illuviation avec les analyses de M. Chevalier (1987). En plus de ces caractères originels et de formation, on observe par endroits des structures de compaction des sédiments. Cette compaction est marquée par des mégaquartz polycristallins étirés.

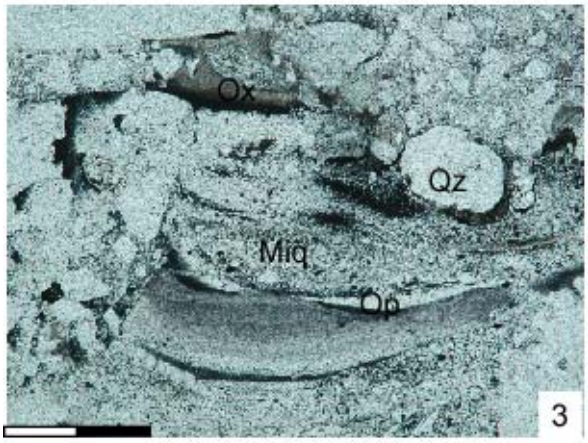
La présence grains de la classe des arénites et la composition à plus de 95 % de quartz permet de qualifier certains faciès d'arénites quartzitiques ou de quartzarénite. Cette observation concorde avec les résultats de l'étude faite par G. Gouraud et M. Le Goffic (1998). Cependant, les grains de la classe des siltites par consolidation donnent naissance au faciès d'argilites. Il est vrai que ce faciès d'argilites est peu représenté par rapport au faciès de quartzarénite mais son observation sur les blocs bruts provenant du même affleurement montre qu'ils peuvent soit dériver d'une pédogenèse, soit d'un mélange de sédiments de nature différente (marin et fluviatile : le fleuve yprésien).

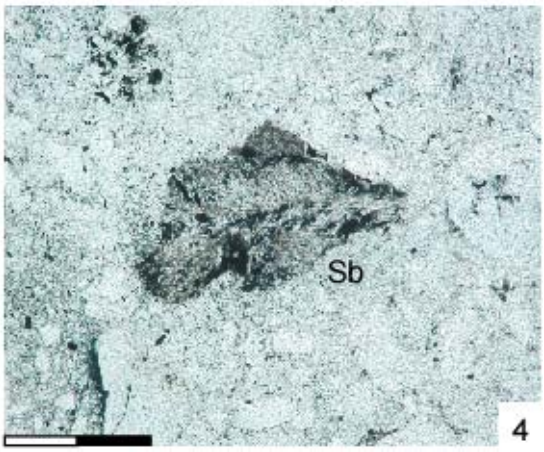
On a au final un grès du type quartzarénite et une argilite. Les deux types peuvent être regroupés sous le nom de grès éocène pour préciser l'âge de la silicification.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010









tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Planche 2. Grès éocène de Montbert

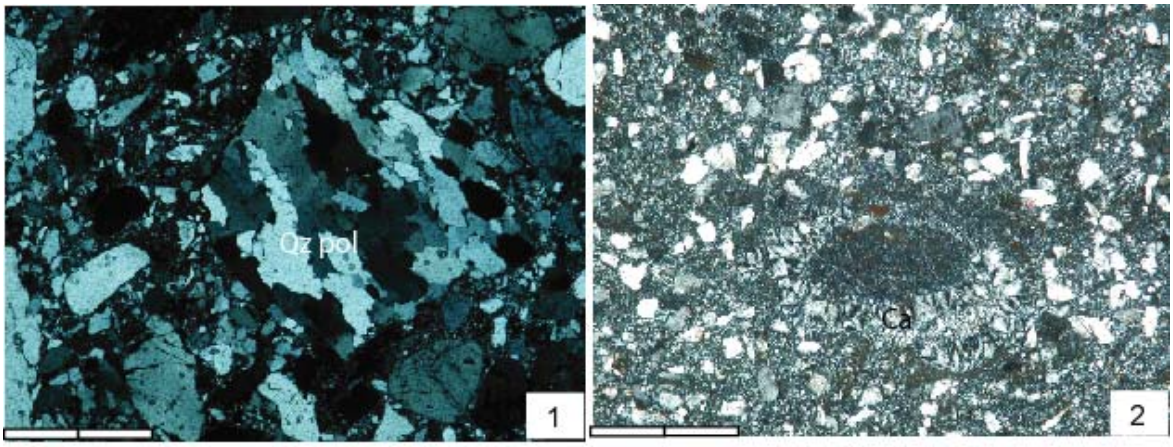
Fig. 1. Montbert/Eglise (LP)
Structure d'argilite contenant de nombreuses paillettes de muscovite (Ms) et cupulospongiaires (Spi) silicifiés sous forme de calcédoine et remplis dans leur partie axiale d'oxydes de titane.
Trait : 200 µm

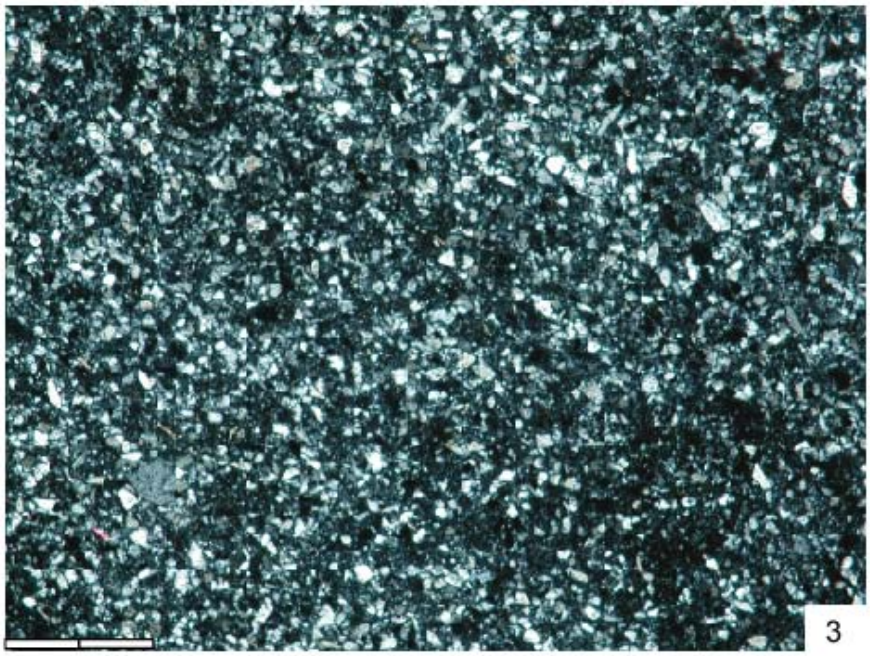
Fig. 2. Montbert/Eglise (LN)
Cumulats ou auréoles calcaires de microfossiles cupulospongiaires (Spi), algues charophytes (Ch), pellets (Pel), brachiopodes à structure lamellaire (Br : coupe longitudinale ; Ep Br : coupe transversale d'épines creuses remplies de leucoxène).
Trait : 100 µm

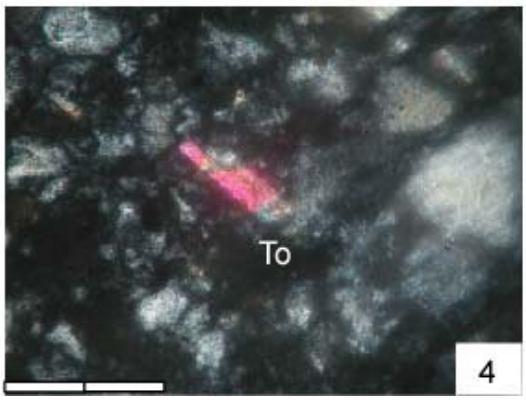
Fig. 3. Montbert/Moulin bleu (LN)
Figures d'illuviation dessinées par des alternances de couches de leucoxène (oxydes de titane et fer : Ox) et d'opale (Op) emprisonnant des misroquartz (Miq).
Trait : 100 µm

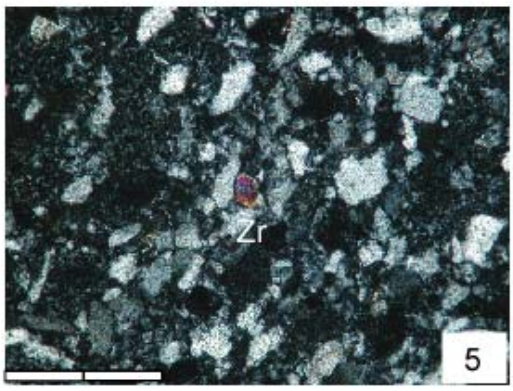
Fig. 4. Montbert/Moulin bleu (LN)
Forme de feuilles de Sabals (Sb) silicifiée sous forme de calcédoine.
Trait : 200 µm

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010









tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Planche 3. Grès éocène de Montbert (suite)

Fig. 1. Montbert/Moulin bleu (LP)
Quartzarénite grossier à hétérométrie forte contenant de nombreux quartz polycristallins (Qz pol). Rares minéraux lourds.
Trait : 500 µm

Fig. 2. Montbert/Eglise (LP)
Quartzarénite moyen à fin à fort nourrissage de calcédoine. Nombreux brachiopodes et algues silicifiés sous forme de calcédoine (Ca).
Trait : 200 µm

Fig. 3. Montbert/Eglise (LP)
Structure de siltite constituée essentiellement de microquartz (20 µm), calcédoine, minéraux lourds et leucoxène (oxydes de titane et de fer). Les grains sont émoussés à subémoussés contenant de nombreux minéraux lourds (tourmaline : To ; zircon : Zr), voire Fig. 4 et 5.

Fig. 4. Montbert/Eglise (LP)
Tourmaline dans une siltite.
Trait : 100 µm

Fig. 5. Montbert/Eglise (LP)
Zircon dans une siltite.
Trait : 100 µm

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

3-1-2-2- Les grès quartzeux du site mésolithique de Gresay

A l'inverse des grès on n'observe presque pas des faciès granulométriques de sables grossiers. La maturité des grains est très marquée. La minéralogie est faite de quartz émoussés, de calcédoine, de rares paillettes de muscovite, d'oxydes de titane et de tourmalinite. Le ciment de ces grès est essentiellement composé par de la calcédoine. La roche est traversée par endroits par un réseau de quartz engrené avec des auréoles de nourrissage siliceux (calcédoine). Ces auréoles calcédonieuses ne s'observent qu'au sein des facies fins de grès. Ils sont presque absents des grès quartzeux de Montbert (Lieu dit Eglise). Ce réseau de quartz est bordé par des zones parallèles de circulation de fluides riches en oxydes de fer et minéraux lourds.

Alors que les grès de Montbert (Eglise) contiennent des figures d'illuviation, les grès fins de Gresay en sont dépourvus. On relève aussi de nombreuses formes de mollusques et d'oolithes silicifiées.

En résumé, la roche est un grès de type quartzarénite. La différence réside au niveau des auréoles de nourrissage de calcédoine. Ceci suppose au moins un mélange de sédiments sableux à des sédiments calcaires.

3-1-2-3- Conclusion

Les grès eocènes exploités au cours de la Préhistoire de la région vendéenne présentent des faciès issus de la sédimentation de sables, argiles et calcaires-sableux. Quatre grands faciès peuvent être distingués :

- Les quartzarénites grossiers : le matériel originel est un sable grossier. Les Fig. d'illuviation y sont autant rares que les minéraux lourds (Planche 3, Fig. 1). L'hétérométrie de la roche y est forte.

- Les quartzarénites fins à fort nourrissage de calcédoine et à hétérométrie moyenne à faible (Planche 3, Fig. 2).

- Les argilites : le matériel originel est un sédiment silteux. Ce dernier montre un débitage columnaire et le processus de formation a été bien défini en Bretagne (Estéoule-Choux, 1983) et dans le Bassin parisien (Thiry, 1978) (Planche 3, Fig. 3).

- Les quartzarénites à argilites : le matériel originel est argilo-sableux (Planche 2, Fig. 1). Il provient probablement d'une évolution pédologique dans les formations de remblaiement de cuvettes accidentant la pénéplaine éocène.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

3-2- Les formations de grès quartzeux ouest et est armoricaines.

3-2-1- Localisation

Les grès d'âge Eocène analysés au cours de ces travaux proviennent de deux gisements principaux : Kervouster à Guengat (Finistère) (Fig. 23) et Le Bois du Rocher à Saint-Hélen (Côtes-d'Armor). Il ne s'agit cependant que d'une part infime de l'étendu des grès au sein des dépressions qui jalonnent le Massif armoricain d'Ouest en Est. Les silicifications gréseuses sont largement répandues depuis le fond de la dépression du Juc'h autour du Moulin de Kervouster (à la confluence de deux ruisseaux du Ris, Fig. 23), de Lanniron jusqu'à l'anse de Toulven, entre Kerdour et Kerorgan (Nord-Est de Pleuven) (Béchenec et *al.*, 1999).

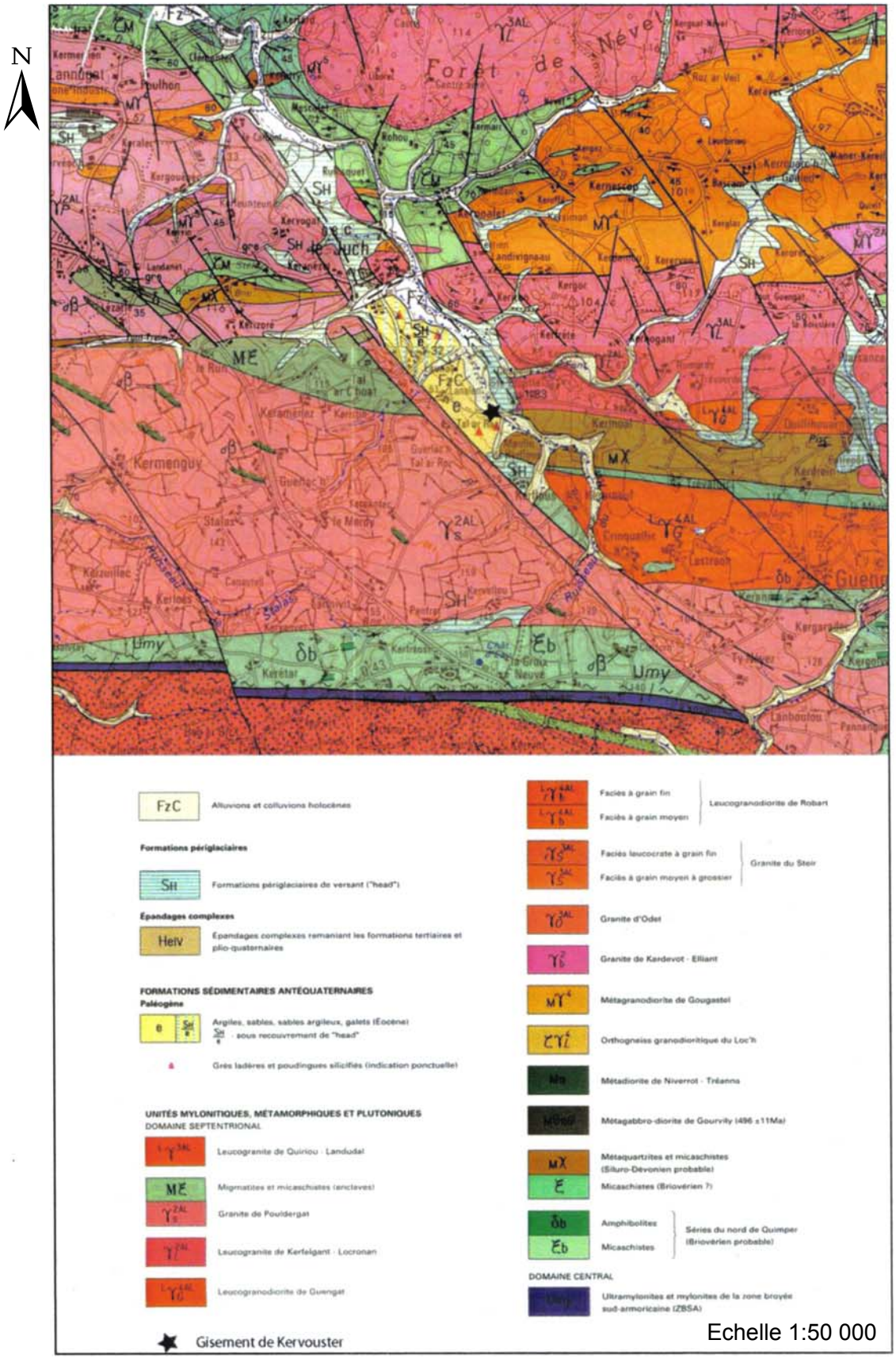
3-2-2- Caractérisation pétrographique et structurale

L'étude microscopique repose sur une série de lames minces préalablement étudiées par M.P.Dabard et N. Molinès au cours de leurs travaux sur les matériaux des industries moustériennes en Bretagne. L'ensemble des grès éocènes analysés dans les parties ouest et est du Massif armoricain sont azoïques (dépourvus de fossiles), à l'exception de rares observations qui montrent des pelotes fécales, des oolithes silicifiées sous forme de calcédonite (Planche 4, Fig. 3 et Planche 5, Fig. 3). L'observation de ces éléments de microfaune prouvent que l'absence de microfossiles au sein des grès de la partie occidentale du Massif armoricain est ponctuelle. En effet, au sein de grès paléogènes affleurant au sud de Quimper, des organismes marins (radiolaires, bryozoaires, foraminifères et spicules de spongiaires ont été retrouvés dans certains échantillons de la dépression de Toulven (Milon (1929). Au sein de de cette dépression, des bois et graines silicifiés ont été découverts près de la chapelle Saint-Tudy. Ils appartiennent à un climat tropical et permettent de leur attribuer un âge Lutétien ou Barthonien, ce qui les différencie fortement des faciès de grès quarzitiques sud datés de l'Yprésien au Barthonien. La présence d'oolithes silicifiées nous permet de relier ces gisements de Kervouster à ceux de Toulven et du Bois du Rocher.

Le quartz est le minéral le plus important. Il se présente sous plusieurs formes et dimensions. Les mégaquartz (jointifs ou non), composent la majeure partie des éléments figurés (squelette). Ils sont essentiellement subanguleux ou subémoussés, à faible ou forte sphéricité. La taille des mégaquartz est très variable et peut atteindre 2,5 mm. La calcédonite de grande taille accompagne ces mégaquartz. Le ciment est constitué de microquartz et de calcédonite. La calcédonite se développe aux dépends des microquartz. Les minéraux accessoires comprennent de la tourmaline, du zircon, des oxydes de titane et de fer (hématite et goethite) sous forme de leucoxène, de rares petites paillettes de muscovite ou sillimanite. Les oxydes de titane et de fer remplissent aussi les fractures de mégaquartz à extinction parfois roulante. Les fentes de circulation des fluides sont remplies par de la silice recristallisée sous forme de calcédonite.

Les microstructures rencontrées au sein des différents affleurements analysés montrent de très fortes variations, des pôles à composante granulaire forte, à des pôles comportant très peu de mégacristaux. Ils peuvent cependant être classés suivant six ensembles, selon la quantité et la cohésion des mégacristaux, la quantité, la qualité et la nature de la matrice :

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010


N
Forêt de Névet
Kermenguy
Kerlois
Kergadiou
Kermessop
Kergroas
Kerfeigant
Kerfeunteun
Kerhuel
Kerlaz
Kerguiffinec
Kerbrost
Kerbastic
Kerbastic
Kerbastic

- Un faciès de grès grossier ou faciès à mégaquartz jointifs. Ces quartz sont subautomorphes et rarement automorphes. L'hétérométrie est très forte, avec des grains variant de quelques dizaines de micromètres à plus de 1,2 mm. Ce faciès se rencontre exclusivement sur le gisement de Kervouster (Planche 4, Fig. 1 et 2). Les fragments de cristaux de tourmaline sont de grande taille.

- Un faciès de grès grossier à mégaquartz jointifs et hétérométrie moyenne. A l'inverse du premier faciès sus-cité, ce second présente un trie moyen des mégacristaux. La phase matricielle de microquartz est plus abondante que précédemment (Planche 4, Fig. 3 et 4 ; Planche5, Fig. 1).

- Un faciès de grès grossier à matrice composée essentiellement de leucoxène (Planche 5, Fig. 3).

- Un faciès à grains non jointifs et à matrice de leucoxène importante. Ce dernier est bien trié. Il est aussi marqué par une absence de calcédonite ou de microquartz (Planche 4, Fig. 5).

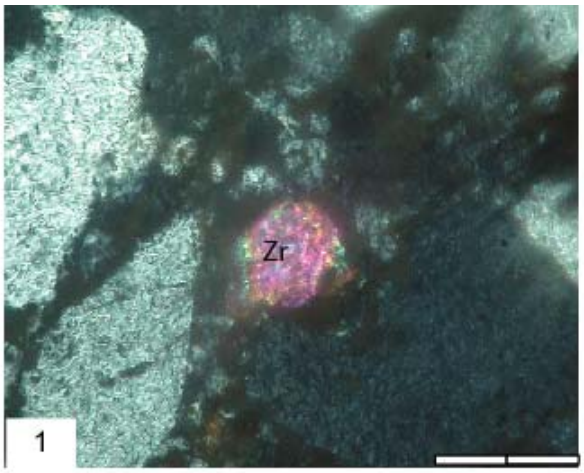
- Un faciès à leucoxène très important. Il s'agit probablement de vides remplis par des oxydes de titane et de fer. Les différentes fentes qui sont présentes sont remplies de calcédonite, et forment parfois un réseau coalescent (Planche 4, Fig. 6 ; planche 5, Fig. 2). Ce faciès dérive de la silicification d'un horizon (couche) columnaire argileux.

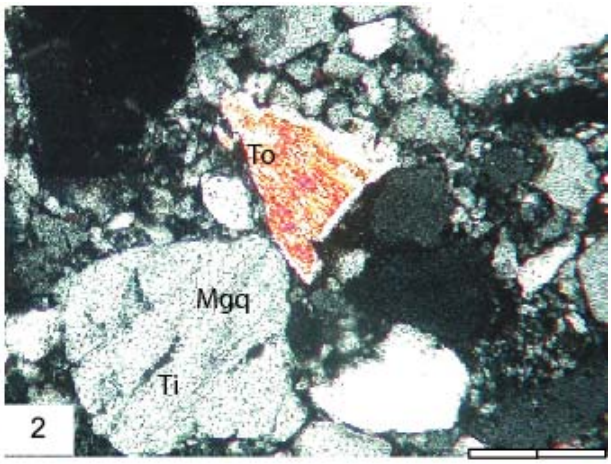
- Un faciès à matrice microquartzitique dominante et faiblement calcédonieuse. Ce dernier renferme très peu de mégacristaux. (Planche 5, Fig. 4). Le sédiment originel est argileux. Ce faciès d'argilite est plus fin que celui rencontré sur les affleurements de grès sud armoricains. Le sondage mené en 1997 sur le site de kervouster a révélé la présence de silicifications d' argiles sous-jacentes. Leur présence en surface prouve un remaniement au cours du Pléistocène qui a été attesté par J.-L. Monnier (1975).

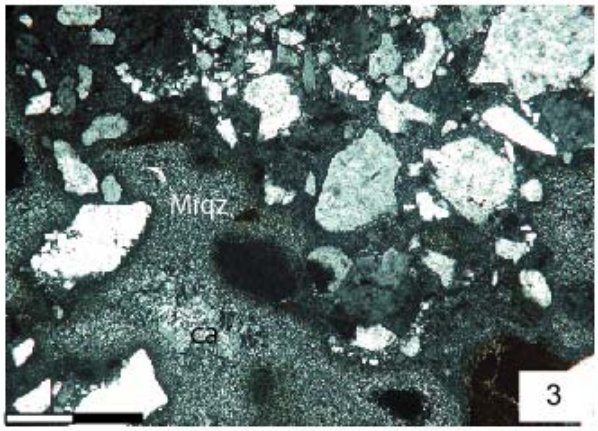
3-2-3- Conclusion

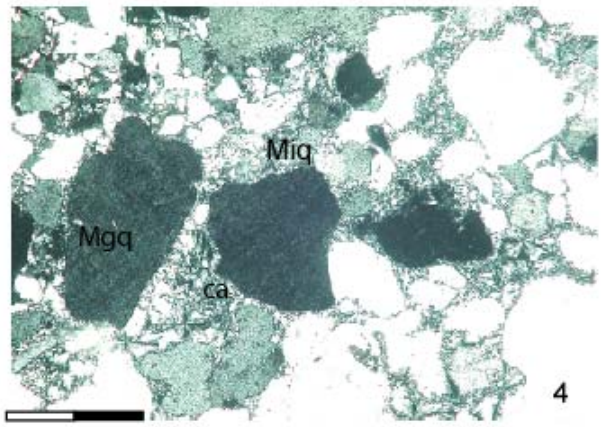
Les grès éocènes appartenant à la partie occidentale du nord du Massif armoricain semblent composés au total de faciès très peu homogènes et submatures. Le sédiment ne semble pas avoir subi de grands déplacements. Dans la partie septentrionale du Massif, la maturité du sédiment y est moins prononcée. On y rencontre principalement des roches à grains anguleux ou subanguleux. Contrairement à leurs homologues nord armoricains, les grès présents au sud de la Loire renferment essentiellement des structures à maturité élevée. Un élément déterminant de ces arénites est la présente d'abondants microfossiles marins. Le constat de la faible exploitation des faciès nord armoricains au courant du Mésolithique et du Néolithique est sans doute une conséquence de la maturité du sédiment originel et de la forte dispersion des affleurements. A l'inverse, leur forte exploitation tout au long du Paléolithique rend compte de l'importance de la structure de la roche au sein d'un complexe technique bien défini.

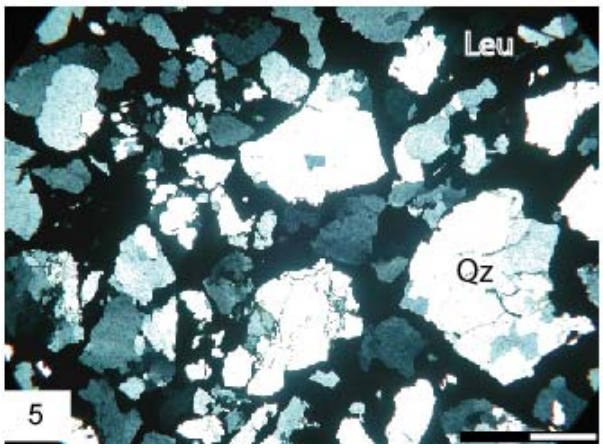
tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

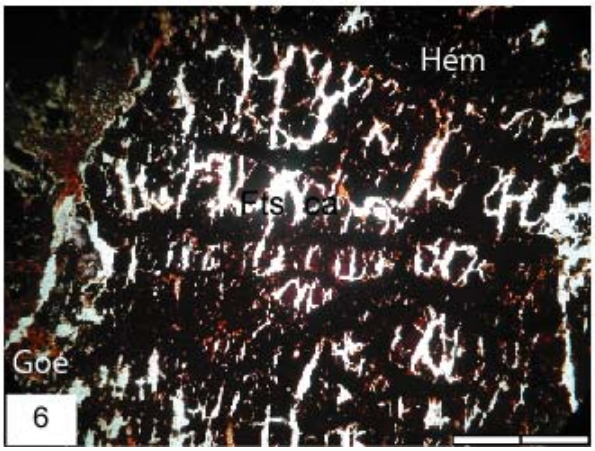












tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Planche 4. Grès éocène de Kervouster

Fig. 1. Kervouster (LP)
Faciès grossier à mégaquartz jointifs et hétérométrie forte. Fentes remplies d'oxyde de titane (Ti).
Grandes cristaux de zircon (Zr).
Trait : 50 µm.

Fig. 2. Kervouster (LP)
Faciès grossier à mégaquartz (Mgq) jointifs et hétérométrie forte. Fentes remplies d'oxyde de titane (Ti).
Grands fragments de tourmaline (To).
Trait : 100 µm.

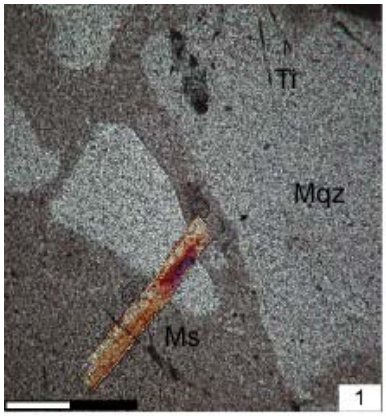
Fig. 3. Kervouster (LP)
Faciès grossier à mégaquartz (Mgq) jointifs et hétérométrie moyenne à forte. Matrice microquarzitique et calcédonieuse. Fentes remplies d'oxyde de titane (Ti).
Trait : 200 µm.

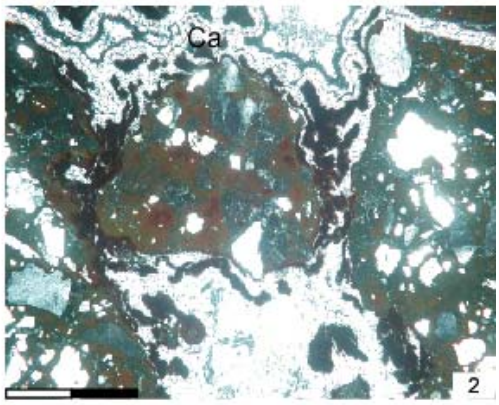
Fig. 4. Kervouster (LP)
Faciès grossier à mégaquartz (Mgq) jointifs et hétérométrie moyenne à forte. Matrice microquarzitique et néoformation de calcédoine aux dépens du microquartz matriciel et englobant les mégaquartz.
Trait : 200 µm.

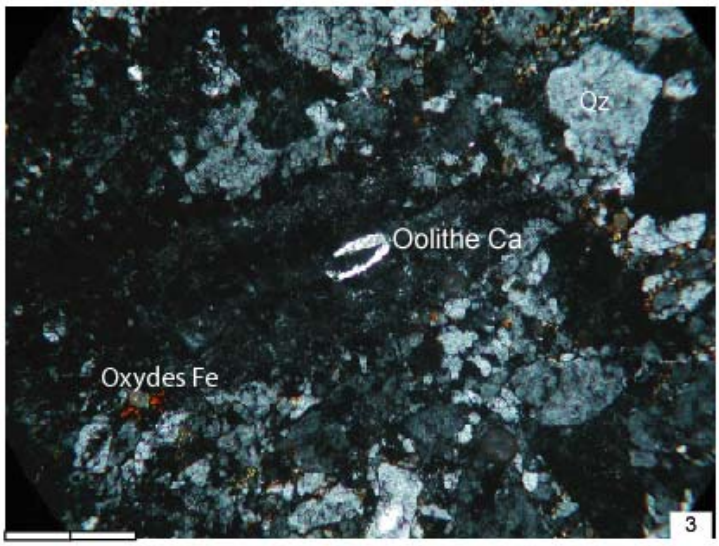
Fig. 5. Kervouster (LP)
Faciès à grain non jointifs et phase matricielle uniquement constituée de leucoxène. Horizon intermédiaire entre un horizon granulaire (absence de leucoxène) et un horizon columnaire (leucoxène dominant).
Trait : 500 µm.

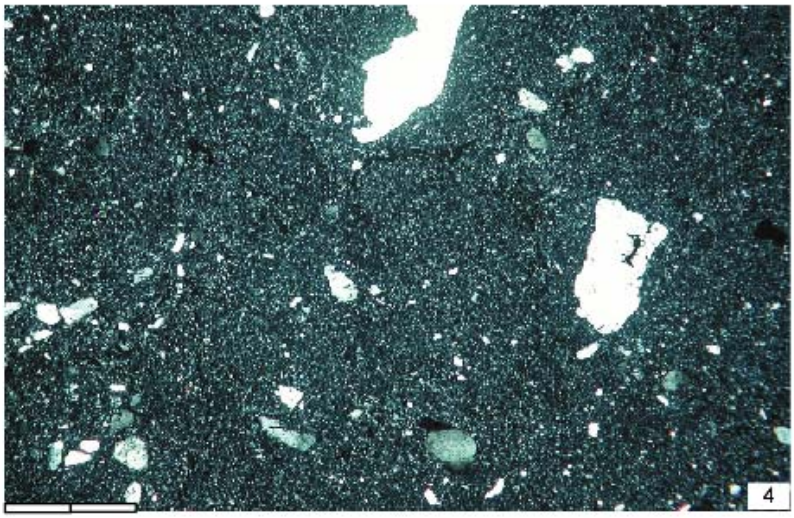
Fig. 6. Kervouster (LP)
Faciès à leucoxène traversé de fentes remplies de calcédonite (horizon columnaire)
Trait : 500 µm.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010









tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Planche 5. Grès éocène du Bois du Rocher

Fig. 1. Bois du Rocher (LP)
Faciès grossier à mégaquartz jointifs (Mqz) et hétérométrie moyenne. Fentes remplies d'oxyde de titane (Ti).
Grandes baguettes de muscovite (Ms).
Trait : 100 µm.

Fig. 2. Bois du Rocher (LP)
Faciès à leucoxène important. Fentes remplies de calcédonite (Ca) et vides remplies d'oxydes de titane et de fer (Horizon columnaire).
Trait : 500 µm.

Fig. 3. Bois du Rocher (LP)
Faciès grossier à matrice de leucoxène.
Présence de formes d'oolithes (Oolithe Ca) remplies de calcédoine néoformée et d'oxydes de fer floculés autour des minéraux de quartz.
Présence de petites tourmalines de quelques microns dans la matrice.
Trait : 100 µm.

Fig. 4. Bois du Rocher (LP)
Faciès d'argilite preuve du remaniement des sédiments. Matrice microquartzitique faiblement calcédonieuse.
Trait : 500 µm.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

3-3- Géologie des silicifications nodulaires ou silcrètes vendéennes

3-3-1- Définition et localisation

Certaines silicifications nodulaires en Vendée sont décrites comme des silcrètes (Rolin et al., 2000). Ces formations silcrètes se développent à partir des formations résiduelles de graviers d'âge probablement Eocène. Ces silcrètes se retrouvent à l'état résiduel sous forme de pierres volantes dans les champs, à la suite d'un démantèlement sous l'action des agents naturels (érosion, gélifraction,…). Ces silcrètes sont sans doute associées aux failles qui traversent les formations locales.

Le substrat des altérites locales est très variable comme le soulignent les observations effectuées par le BRGM en 1999. Quelques exemples de ces substrats sont les granites (Le Cottereau aux Epesses ; Le Pruneau aux Herbiers ; Le Pré-Landais à St-Malô-du-Bois), les grès quartzitiques et quartzeux (L'Arbretière à Mallèvre, La petite-Ganachère aux Herbiers), les schistes (Le Bas-Châtelliers aux Châtelliers). Il est par conséquent possible d'envisager des substrat originels différents pour les silcrètes.
Ces silcrètes se sont formées par hydrolyse météorique des roches sous climats chauds et humides (Bellion, 1979 ; Estéoule-Choux, 1981 ; Wyns, 1988). Leur âge est très variable. J. Estéoule-Choux (1983) et Wyns et *al*. (1988) proposent que de telles conditions climatiques sous nos latitudes ont été remplies au Crétacé inférieur ainsi qu'à l'Eocène inférieur (Cuisien) et moyen, l'Eocène supérieur et l'oligocène. Ces altérites sont antérieures à pénécontemporaines des graviers qui les recouvrent par endroits, marquant l'arrêt de l'altération lessivante.

Sur les granites et granitoïdes, les profils d'altération montrent des couches d'allotérites de nature arènes argileuses. L'isaltérite est de nature arénitique et sableuse plus ou moins consolidée. J. Estéoule-Choux (1983) montre qu'à l'échelle du Massif armoricain, l'association kaolinisation-ferriginisations-silicifications est constante.

Les profils latéritiques reconnus sous les dépôts cénomaniens en Vendée à Chalans, sur la marge-est du Massif armoricain à Brissac et Martigné-Briant (Louail, 1981).

3-3-2- Les silcrètes du lieu dit Le Cotterreau (Epesses) et du site mésolithique des Vergères (Boulogne)

3-3-2-1- Pétrographie, structure et conditions de formation

L'analyse à l'œil nu des silcrètes du Cotterreau et du site Mésolithique des Vergères nous avait fait penser à une probable tourmalinite. Les observations microscopiques ont levé le doute sur cette dénomination première. On ne peut pas parler de phtanite car il y a absence de matière organique dans une matrice siliceuse.

La minéralogie est quasi identique pour tous les échantillons :

- Les microquartz : ils sont de taille très petite (quelques micromètres) et équigranulaires. Ces microquartz confèrent ainsi à la roche un aspect massif et homogène. La densité de ces microquartz montre que les solutions sont sursaturées en silice dissoute (Planche 6, Fig. 1).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

- Les mégaquartz : ils comprennent des cristaux de grande taille. A la différence des microquartz, les mégaquartz ne se forment que lorsque les solutions sont diluées et pauvres en cations.

- La calcédoine : elle se présente dans la roche sous différentes formes. A la périphérie des fissures remplies de mégaquartz. Il s'agit de fibres groupées en faisceaux et se rejoignant suivant des droites : la calcédonite qui se forme en l'absence d'ions sulfates. La calcédoine constitue aussi avec les microquartz la matrice de la roche. il s'agit toujours de la forme calcédonite dessinant des chevrons. Sur le site des Vergères elle constitue la majorité de la matrice (Planche 6, Fig. 1).

- Les peloïdes observés à fort grossissement (40x) sont remplacés par de l'opale amorphe (opale biogénique : opale-A). Ces peloïdes sont rares et entourés d'oxydes. L'opale apparaît aussi sous forme secondaire au sein de microveinules orientées dans toutes les directions et formant un réseau branché qui recoupe l'ensemble de la structure. Ce réseau secondaire traduit la succession de périodes d'humectation et de dessiccation (Planche 6, Fig. 2).

- Les oxydes (hématite : couleur vif) et hydroxydes (goethite : couleur jaune brunâtre ; lépidocrocite : couleur jaune clair à brun) de fer apparaissent sous forme de ooïdes parfois floculés (ces flocules s'observent mieux en lumière naturelle). Ils dessinent aussi des figures d'illluviation traduisant une évolution pédologique. Ces oxydes s'accumule de façon quasi constante en bordure de la calcédoine sur le gisement du Cottereau. Il est par contre difficile d'évaluer une organisation sur le site des Vergères. Cette absence d'organisation est peut-être le fait d'une plus grande cristallisation de calcédoine aux Vergères (Planche 6, Fig. 1 et 2).

3-3-2-2- Nomenclature de la roche

Cette pétrographie nous permet de nommer cette roche comme une silcrète. Le mot de "silicite" ou "microsilicite" est un peu plus englobant car regroupe l'ensemble des roches siliceuses. Le nom de silcrète est plus apte pour la seule raison qu'il désigne des roches siliceuses massives à cassure conchoïdale à l'issu d'une évolution pédogénétique par altération des roches locales. La forme fibreuse de la calcédoine (calcédonite) et l'abondance de microquartz, la présence de figures d'illuviation sont la preuve que la silicification s'est produite au cours d'une pédogenèse en milieu très riche en silice. Il s'agirait peut-être de sédiments lacustres car on observe une faible épigénisation des pelotes fécales (péloïdes) de gastéropodes. L'absence de microfossiles et de traces organiques ne permet pas de soutenir cette hypothétique conclusion. On se situe alors probablement en contexte de sols sur roche acide (granitique selon la zone d'affleurement de ces silcrètes) partiellement hydraté et ayant subit un processus de pédogenèse alimenté par les eaux d'infiltration à travers le réseau de faille qui traverse la roche. Ce réseau a ainsi permis le transports des rares pelotes fécales de mollusques des horizons supérieurs du profil pédogénétique. L'enrichissement en fer (Fe^{3+}) des granites a permis une forte solubilité de la silice traduite par la faible proportion de mégaquartz.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

3-3-3- Les silcrètes ferrugineuses des Vergères

Il s'agit d'altérites montrant des oxydes de fer formant parfois des « bandes ». Ils affleurent sous la forme de lentilles d'extension géographique relativement faible. Ces lamines de fer sont intimement liées aux microquartz formant l'altérite. On note une absence de microfossiles.

Les alternances sont faites de « bandes » rouge vif à dominance d'hématite et de « bandes » jaune brunâtre (hématite + goethite) sous forme d'ooïdes (Planche 7, Fig. 1). Le dépôt des « bandes » ferrifères est peut-être la conséquence du battement des remontées géothermiques en milieu oxygéné. A l'inverse des grands dépôts ferrifères du Précambrien (les banded iron formations : BIF's), ces altérites ne sont pas laminées. De plus, l'absence de microfossiles, l'abondance de microquartz et la densité de la ferruginisation des végétaux nous amène à penser qu'il s'agit de d'altérites issus de dissolution géothermique de la silice dans un milieu riche en fer (accumulation de fer par altération). La dissolution de la silice est plus forte que dans certains silcrètes du même site archéologique. On note alors ainsi deux types différents qui proviendraient d'un milieu plus ou moins immergé longtemps ou provenant soit d'horizons d'éluviation, soit d'horizons d'illuviation.
Dans le cas des « bandes », l'apport de fer est la preuve d'un processus de dissolution de silice, d'altération et de dépôt de fer in situ dans un milieu totalement immergé en périodes de hautes eaux et partiellement en période de dessiccation. La dessiccation n'est jamais entière.

En résumé, les silcrètes siliceuses du site Mésolithique des Vergères (Boulogne, Vendée) sont issues d'une pédogenèse in situ d'un sol. On a des zones où l'on observe une succession de périodes d'humectation et de dessiccation totale et d'autres zones où l'humectation est continue et la dessiccation partielle. Ces zones de dessiccation partielle conduisent au faciès de silcrètes ferrugineuses décrit ci-dessus, sans floculation des oxydes et formation de complexe d'oxydes de fer-silice observé sur les échantillons où la dessiccation est totale et ceux du gisement du Cottereau.

3-3-4- Les silcrètes du gîte géologique de la Merlière

3-3-4-1- Pétrographie

- Les oxydes opaques sans doute de l'hématite : ces oxydes se présentent sous forme de plages colloïdales discontinues pouvant atteindre 500 µm en long. Ces plages sont entourées de zones jaune brunâtre à goethite sous forme de microbaguettes (20 µm). Ces accumulations d'opaques dessinent un réseau de fissuration complexe. Les oxydes (hématite : couleur vif) et hydroxydes (goethite : couleur jaune brunâtre de fer apparaissent aussi sous forme de ooïdes parfois floculés (ces flocules s'observent mieux en lumière naturelle) (Planche 8, Fig. 3). Ils dessinent aussi des figures d'illuviation traduisant une évolution pédologique (planche 8, Fig. 1).

- Les microquartz : de dimension très faible de l'ordre de 5 µm, ils sont xénomorphes et atteignent parfois près de 70 µm (Planche 8, Fig. 2).

- Les mégaquartz semblent constituer soit des restes de protolithe, soit des recristallisations (Planche 8, Fig. 2). A la périphérie de ces accumulations de quartz automorphes (0,14 - 0,25 mm), les côtés des cristaux sont xénomorphes. Ceci montre

qu'il y a échange entre la matrice de microquartz et les accumulations de mégaquartz. Le nourrissage de la solution siliceuse se fait donc par dissolution de toutes les phases siliceuses présentent. Les cristaux de quartz sont consolidés les uns aux autres, et forment une structure d'arénite quartzeuse (Planche 8, Fig. 4). Ces blocs peuvent être traversées par des fissures sèches ou remplies de silice amorphe et au sein desquelles on distingue parfois des paillettes de muscovite. Ceci suppose que ce sont ces blocs quartzeux qui après dissolution recristallisent pour donner des microquartz.

- Des restes de muscovite sont présents dans la matrice de microquartz.

- Le rutile se présente sous forme de microcristaux prismatiques maclés sagénite très allongés (55 µm) autour de l'hématite (Planche 8, Fig. 1).

- Restes végétaux silicifiés : il s'agit de parenchyme vasculaire de forme allongée remplie de microquartz, de quartz fibreux en chevron (calcédonite) (Planche 8, Fig. 2).

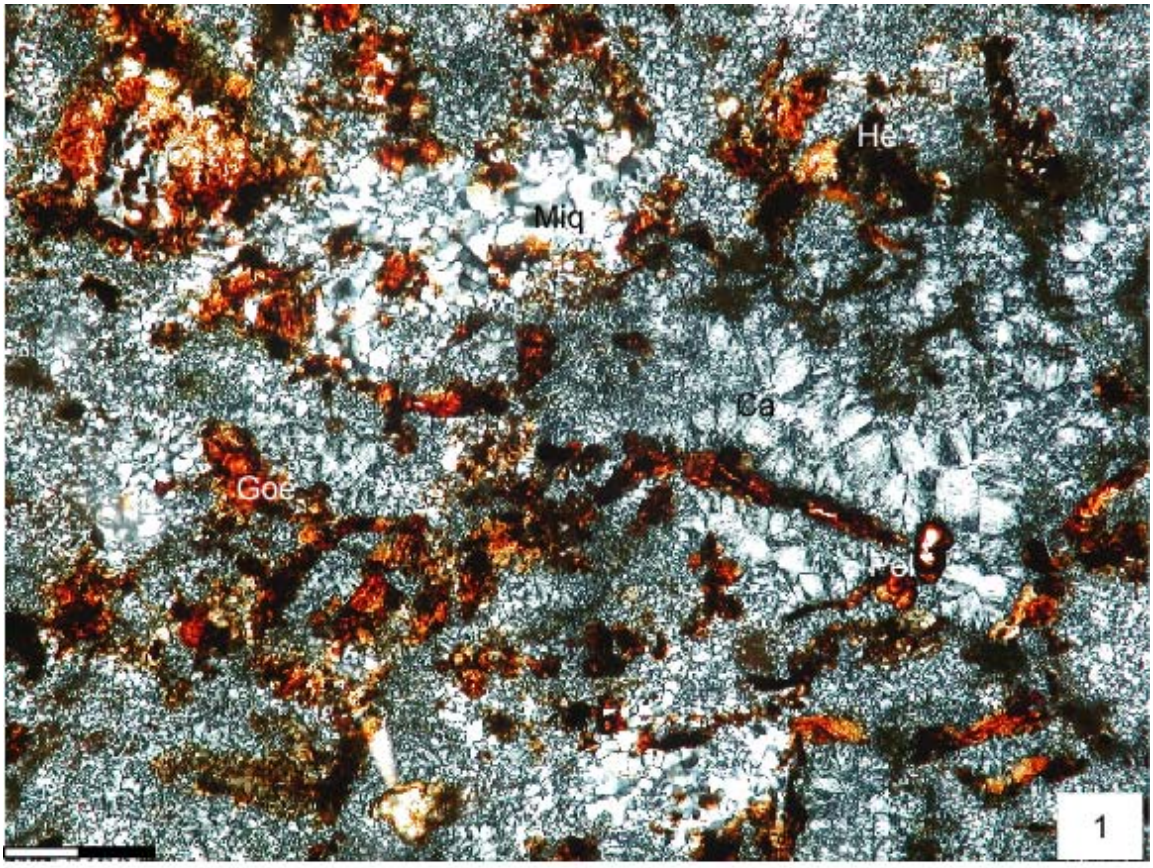
A la périphérie des formes végétales, on note des mégaquartz. Certains mégaquartz présentent des formes de dissolution, preuve d'une dissolution secondaire d'un bois silicifié. Ce végétal est un cryptogame vasculaire d'âge sans doute paléozoïque.

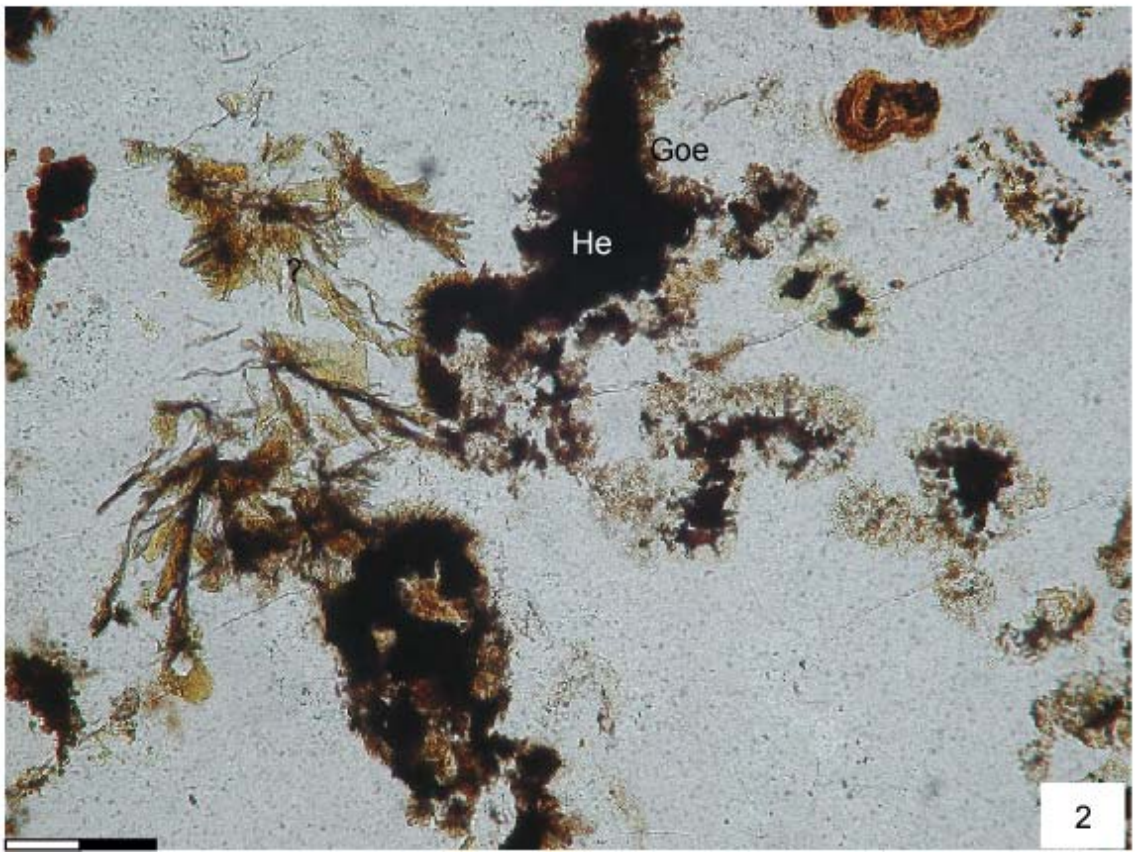
3-3-4-2- Nomenclature de la roche

La densité de microquartz et le taux faible de minéraux autres que le quartz (moins de 1 %) de la roche suppose un degré de dissolution très élevé. Cette forte dissolution de la silice est attestée par une grande quantité de minéraux ferrifères (hématite) par oxydation de Fe^{3+} . Les restes de protolithe marquées par les plages de mégaquartz automorphes et la forme xénomorphes des faces cristallines en contact avec la matrice microquartzeuse atteste du nourrissage de la solution d'altération par dissolution des cristaux automorphes. Les Fig. d'illuviation et les restes de structure gréseuse attestent d'une silicification de sédiments consolidés au cours du processus de pédogenèse.

La seule différence que l'on note avec les échantillons du site des Vergères et du lieu dit Le Cottereau réside au niveau de la présence de cryptogame vasculaire, de la présence de rutile et de la forme. Le rutile et les paillettes de muscovites peuvent être des témoins de protolithe sédimentaire ou plutonique. La zone d'affleurement de ces silcrètes laisse penser que les sédiments originels dérivent de la dégradation de roches granitiques. Cette hypothèse ne peut être confirmée au vu du degré de silicification très élevé.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010





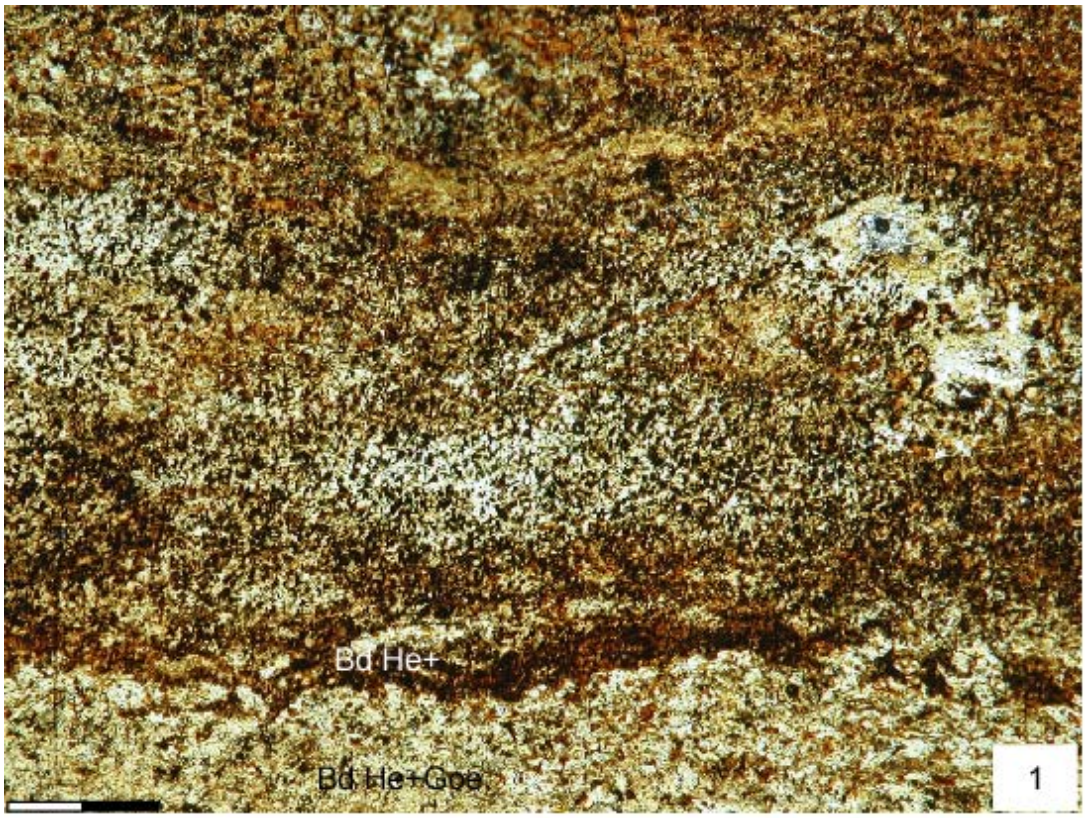
tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

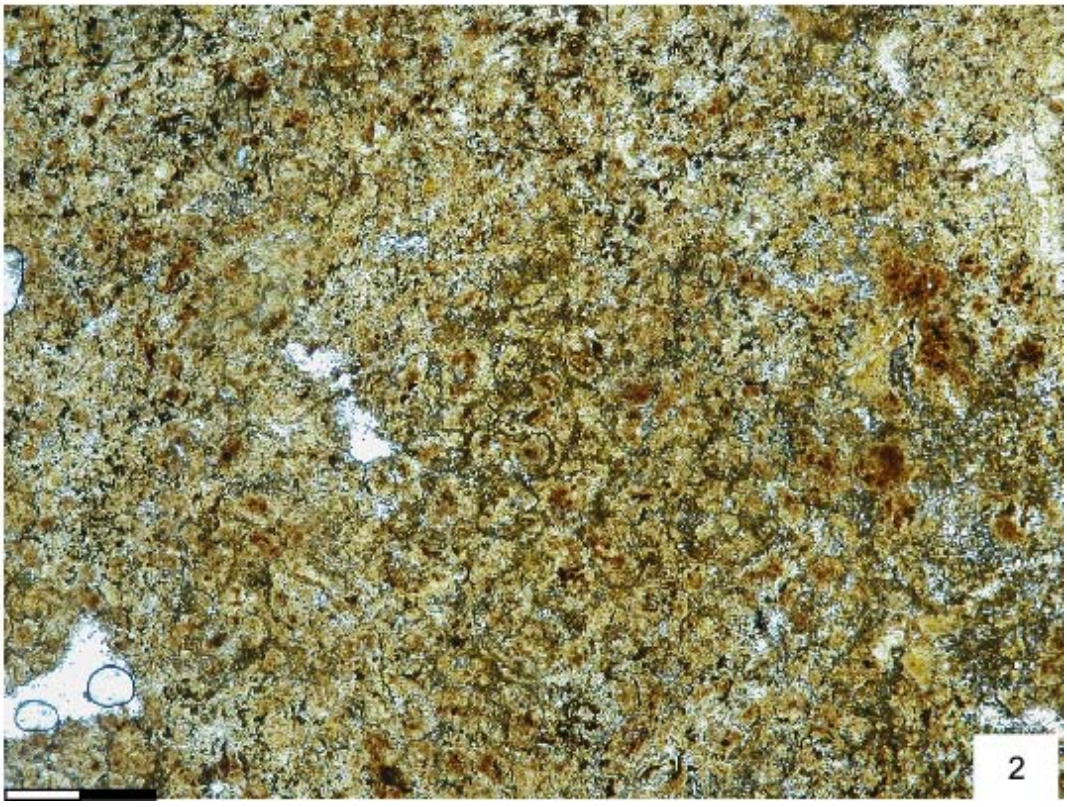
Planche 6. Silcrètes du Cottereau

Fig. 1. Le Cottereau (LP)
Structure massive et homogène à microquartz équigranulaires (Miq), calcédonite (Ca), hématite (He), goethite (Goe), ooïdes d'oxydes et hydroxydes de fer parfois floculés et peloïdes (Pel).
Trait : 200 µm.

Fig. 2. Le Cottereau (LN)
Structure fine et homogène contenant des microbaguettes de Goethite et d'hématite. Les formes de feuilles sont probablement celles d'une fougères (?)
Trait : 100 µm

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010





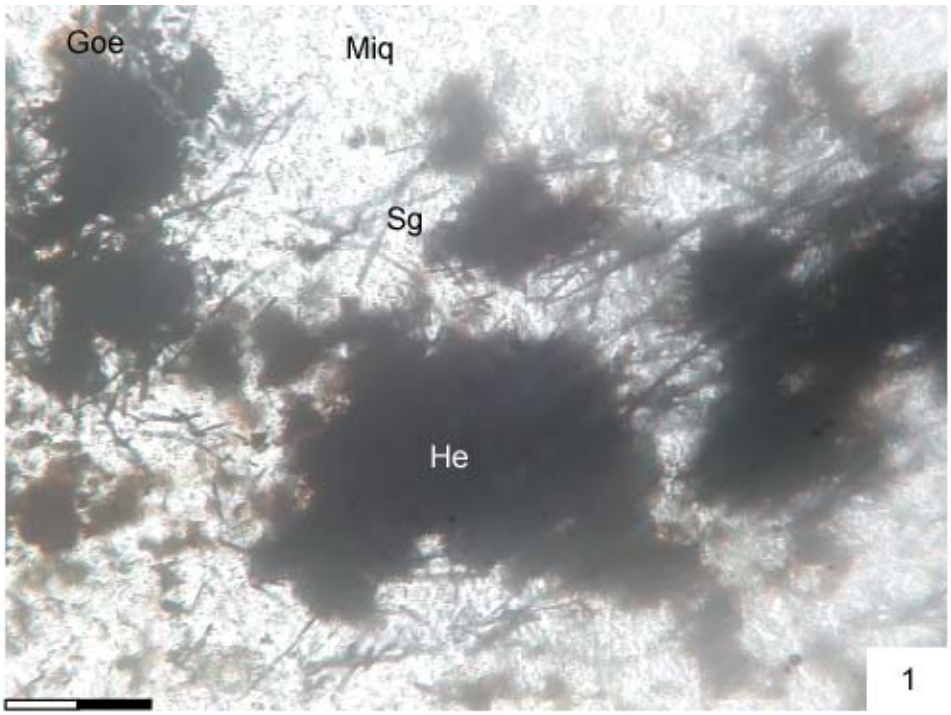
tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

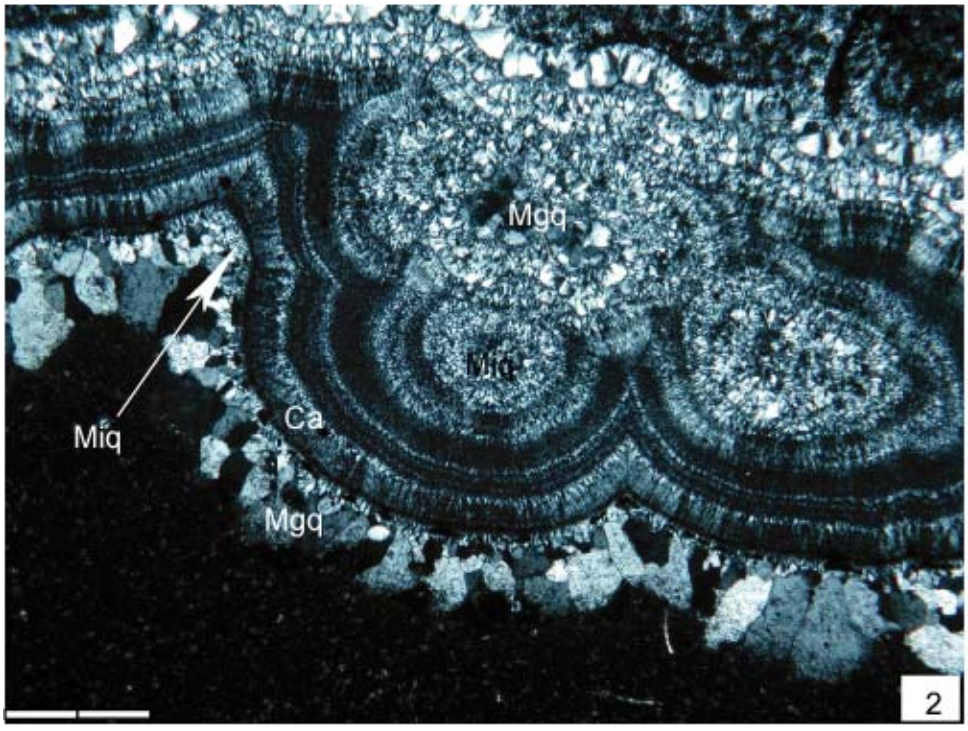
Planche 7. Silcrètes ferrugineuses des Vergères

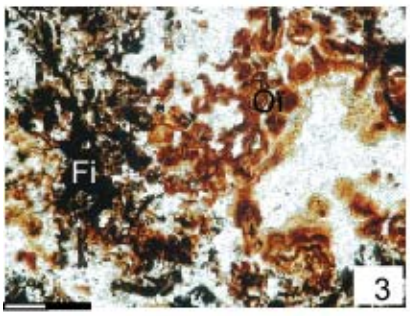
Fig. 1. Les Vergères (LN)
Silcrète à « bandes » riches en hématite (Bd He+) et goethite (Bd He + Goe). La pigmentation ferrugineuse imprègne l'ensemble de la roche.
Trait : 500 µm

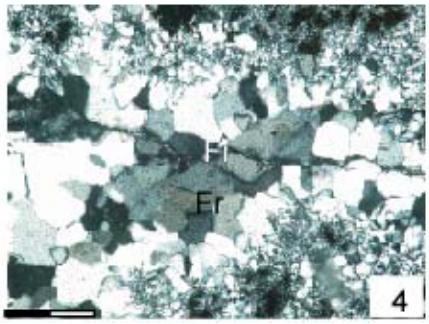
Fig. 2. Les Vergères (LN)
Silcrète ferrugineuse à faible floculation des oxydes.
Trait : 200 µm

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010









tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Planche 8. Silcrètes de la Merlière

Fig. 1. La Merlière (LN)
Cumulats d'oxydes de fer : hématite (He) et microbaguettes de Goethite (Goe) ; de baguettes de rutile maclé sagénite (Sg) au sein d'une matrice de microquartz (Miq).
Trait : 100 µm

Fig. 2. La Merlière (LP)
Parenchyme de cryptogame vasculaire paléozoïque silicifié : partie axiale constituée de microquartz (Miq) et parois calcédonieuses (Ca). On observe une succession des formes de silice entre la calcédonite, le microquartz et le mégaquartz (Mgq).
Trait : 500 µm

Fig. 3. La Merlière (LN)
Ooïdes d'oxydes de fer floculés (Oï) et fissures (Fi) remplies d'hématite.
Trait : 200 µm

Fig. 4. La Merlière (LN)
Fragments de roche à structure d'arénite quartzeuse traversé de fissures (Fi) remplies d'hématite, d'opale et de rares paillettes de muscovite ;
Trait : 200 µm

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

3-3-5- Résumé

En somme, les silcrètes de la Merlière proviennent de la silicification pédogénétique de roches gréseuses provenant elles mêmes d'une probable consolidation de sédiments d'origine granitique. Il ne s'agit pas comme dans le cas du Cottereau et des Vergères d'une silicification in situ à partir des granites. Les sédiments sont continentaux et peu éloignés. Divers degrés de dissolution de la silice sont alors observés. La densité de la phase de liaison microquartz-calcédoine-opale et de celle de la phase mégaquartzique permettent d'envisager que la dissolution à La Merlière est moins forte que sur les autres points d'analyse. Les silcrètes de la région vendéenne sont des silicifications issues de la pédogenèse des sols sur roches locales. L'accumulation des sesquioxydes de fer au sein des profils latéritiques avait été notée par J. Estéoule-Choux (1983). Ces accumulations sont plus ou moins indurées et consistent soit à une simple imprégnation d'un horizon B, jusqu'à la formation de cuirasses scoriacées ou feuilletées composées essentiellement de goethite et plus rarement des faciès bréchiques.

La nature des silcrètes originelles dépend fortement du type de roche saine et la position, des différents types d'affleurements de la nature de ce même protolithe. Les silcrètes du Cottereau qui se développent sur des granites. Cet affleurement est situé à près de 200 m d'altitude, alors que le site de la Merlière sans doute proche d'une zone plus basse où peut se dérouler une sédimentation, se situe seulement à une cinquantaine de mètres d'altitude. Les situations de ces silcrètes concordent avec les observations faites par Rolin et *al*. (2000). La position géomorphologique des altérites est liée à celle du sol sur lequel ils se développent localement.

La présence d'un cryptogame vasculaire paléozoïque ne permet pas de déterminer s'il s'agit d'une silicification très locale ou de fragments entraînés par l'érosion. J. Estéoule-Choux (1983) envisage une origine plus ancienne pour certaines latérites associées aux silicifications.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

4- Géologie des formations à cherts carbonés ou phtanites armoricains

4-1- Définition et genèse des phtanites

La terminologie des roches siliceuses sédimentaires est assez confuse car des noms identiques peuvent être utilisés en français et en anglais avec des sens différents. Le terme de chert, très général dans son acception anglo-saxonne, correspond à toute roche siliceuse à grains fins d'origine chimique, biochimique ou biogène. Il est plus ou moins le synonyme de *silexite*. Il en existe plusieurs variétés de couleur rouge (oxydation du fer) : les jaspes, de couleur noire (matière organique et sulfures) : les *lydiennes* et phtanites.

Classiquement, on distingue au sein des séries géologiques des cherts en lits (*bedded cherts*) et des cherts nodulaires tels les *silex* (flint). Les cherts en lits peuvent être laminés ou massifs, cette dernière classification pouvant résulter de la recristallisation diagénétique de la silice. Dans le cas des phtanites armoricains, différentes informations permettent à présent d'écarter l'influence directe des processus sédimentaires et biologiques. Seuls les phénomènes de silicification pourront être avancés pour expliquer la genèse des phtanites (Dabard, 1996). Les phtanites armoricains semblent avoir essentiellement pour hôte des roches détritiques terrigènes du fait de la présence de structures sédimentaires de haute énergie (pour le type massif) ; de structures sédimentaires et d'une phase terrigène semblable à celle de l'encaissant (pour le type laminé). Aucun élément ne permet de leur attribuer une origine carbonatée dominante, ni de témoigner d'une silicification de volcanites. Des siltites et argilites semblent à l'origine de ces phtanites, malgré la rareté des faciès assimilables à d'anciens grès (Dabard, 1996). En effet, la présence de volcanites au sein de des formations à phtanites interstratifiées cadomiennes est constante. Cependant, l'étude minéralogique et géochimique dément toute influence directe de ce volcanisme sur la genèse des phtanites (Dabard, 1996). La silicification se serait opérée après une phase de dissolution de tous les minéraux préexistants, quartz compris, processus envisagés par M. Summerfield (1983a) dans des microfaciès semblables contenus au sein des silcrètes dites "M-fabric".

4-2- Localisation des cherts carbonés

A l'échelle du massif armoricain, les phtanites sont principalement observées au sein de plusieurs ensembles réparties en Normandie, Bretagne et Vendée.

4-2-1- En Normandie

En Normandie, les phtanites sont localisées au sein des formations de Bretteville-en-Saire, de Morsalines et du Vast (Nord Cotentin) ; de Saint Lô (Normandie centrale, Fig. 24).
Dissler (1987), différencie au sein du Briovérien inférieur dans le Val de Saire, les formations de Bretteville-en-Saire, de Morsalines et du Vast. Elles sont limitées par le granite de Barfleur au nord, le Synclinal paléozoïque de Rauville-le-Bigot à l'ouest et la couverture jurassique au sud.

La formation de Saint Lô est bordée au sud par l'accident Cancale-Granville, au nord-est par la couverture post-varisque et au nord-ouest par l'accident de Coutances et par la Formation de la Terrette. La Formation de Saint-Lô est constituée de niveaux de phtanite (étage de la Lande-des-Vardes) interstratifiées dans une série pélito-gréseuse. Ce dernier gisement a été longtemps exploité et se réduit à présents à de rares affleurements plus ou moins visibles. Les phtanites affleurent sous la végétation ou sous les immondices. Dans la Ville de Coutances,

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

M.-J. Graindor (1955 (57)) a noté un microplissement intense sur certains échantillons de phtanites récoltés en 1950. M.-M. Roblot lie ces microplissements à l'intrusion de la diorite de Coutances. Nous observerons ces microplisserments lors de la description des microfaciès. De nombreuses occurrences de phtanites observées autrefois à l'ouest de Coutances ont disparu.

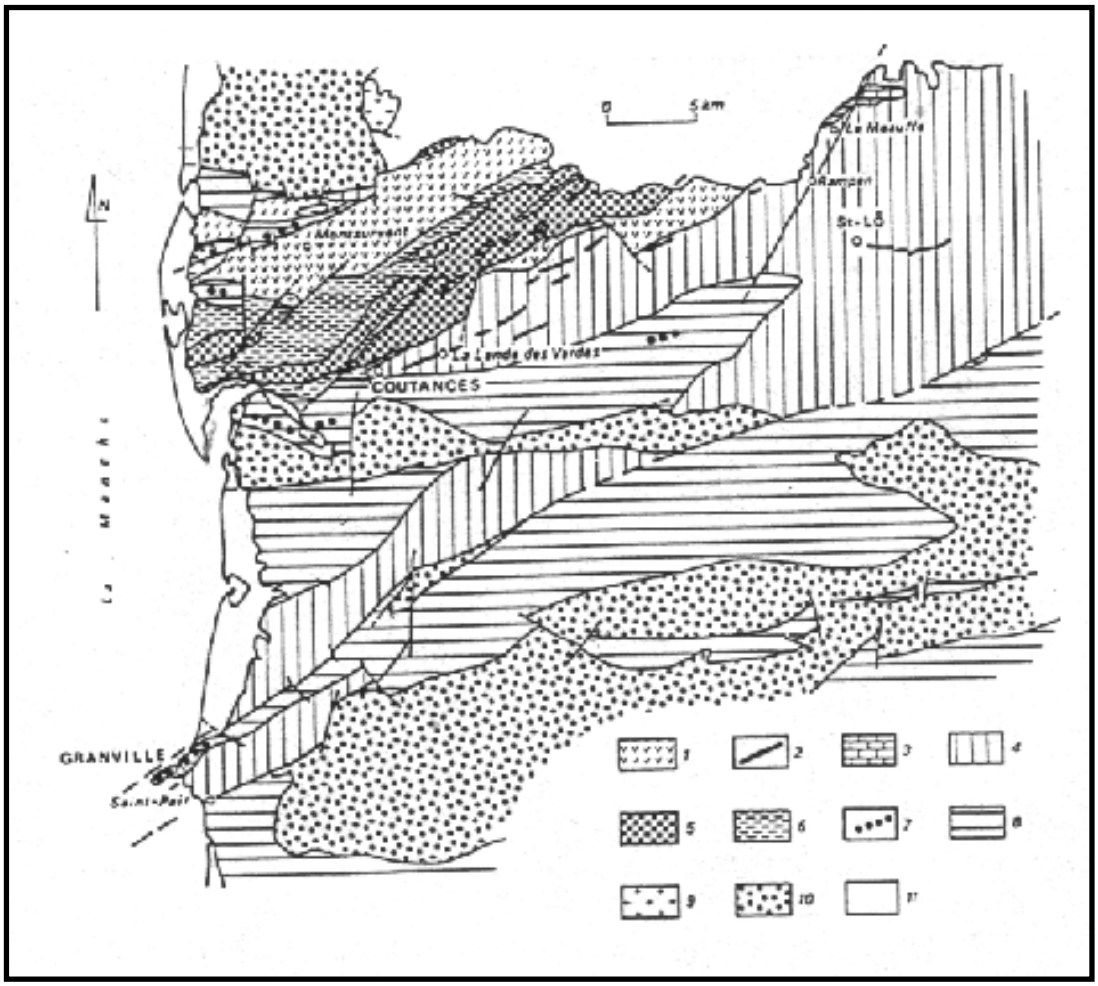


Fig. 24. Carte géologique du Cotentin méridional (d'après Dupret, 1988).

Briovérien inférieur. 1 : Volcanites de Montsurvent et de la Terrette, 2 : phtanites de la Lande-des-Vardes, 3 : calcaires de la Meauffe, 4 : Formation de Saint Lô, 5 : diorite de Coutances, 6 : métamorphites.
Briovérien supérieur. 7 : diamictites et conglomérats, 8 : siltites et grès du Briovérien supérieur, 9 : granitoïdes cadomiens et hercyniens, 1à : Paléozoïque cambro-carbonifère, 11 : terrains post-carbonifères.
A l'ouest (Agon) comme au sud-ouest (lieu-dit L'Amélinerie, commune de Montchaton ; Haut d'Orval, commune d'Orval) de Coutances des affleurements épars de phtanites sont visibles.

Entre Coutances et Saint-Lô, plus précisément entre Cambernon et Hauteville-la-Guichard, M.-M. Roblot note plutôt que de véritables phtanites, la présence de quartzites peu charbonneux ayant subi des phénomènes de recristallisation et que l'on peut cependant relier au complexe de roches silico-carbonées. Cependant au Bois de Camprond, existent encore de

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

rares traces d'une petite exploitation de phtanites sous forme de blocs épars jonchant le sol marécageux.
La commune du Lorey, deux bandes nord (phtanites du Rocher) et sud (phtanites de la Peignère) de puissance différente au sein desquels apparaissent les phtanites, renferment également des matériaux (grès à feldspaths très étirés) qui semblent se retrouver au sein de certains sites archéologiques récemment fouillés (exemple de l'occupation du Néolithique moyen II de la zone industrielle sud de Mondeville/Grentheville). Sur ce site situé à plus de 70 kilomètres des affleurement de Coutances/Saint-Lô, une lame de hache en grès à feldspath, gris-noir et présentant une schistosité de flux (Chancerel et *a*l., 2006) a été trouvée dans le silo S13 (Chancerel et *al*., 2006 ; d'après les observations de L. Dupret et J. Le Gall[1]). Cette remarque nous laisse penser que d'autres matériaux tels les phtanites pourraient avoirs été exploités par les hommes préhistoriques.

Aux phtanites du Lorey, succèdent vers le Nord-Est, les phtanites de Marigny et de la Chapelle-en-Juger . Les premiers affleurent au sein de roches silico-carbonées diverses (telles les quarzites noirs). Ils reposent sur d'anciens basaltes. Au sud de la Chapelle-en-Juger, la bande de phtanite est discontinue en raison d'accidents transversaux. Une bande phtanitique isolée au sein des sédiments du Briovérien moyen apparaissent au Quibou (Lieu-dit Pont de Mazé). Sans rentrer dans le détails, notons ces derniers sont surmontés par la tillite (conglomérat) de l'étage de Granville décrit par M.-J. Graindor (1955 (57), p. 108-109) et ont fait l'objet d'une exploitation jusqu'au début du 20ème siècle (Bigot, 1926a).

De Saint-Lô à Bérigny, divers indices d'existence d'une bande de phtanite ont été répertoriés et attestent de nombreux décrochements qui cisaillent cette bande. Tout comme les phtanites de la ville de Coutances, ceux de la ville de Saint-Lô constituent le sous-bassement de la ville.

A la Fontaine l'Evêque (Saint-Pierre-de-Semilly) et à Berigny des affleurements de phtanites en continuité aux phtanites de Saint-Lô ont été répertoriés dès le début du 19ème siècle. Les phtanites de Littry (à l'extrémité orientale des phtanites du Cotentin méridional) se rattachent au phtanites inclus dans les calcaires de la Meauffe dont l'orientation semble varier de N 90° à N 0° lorsque l'on va de la Planche du Vey à la Meslerie.

Le Cotentin septentrional avec ses formations de Bretteville-en-Saire, de Morsalines et du Vast ont fait l'objet de nombreuses études dont la plus récente est celle de M.-P. Dabard (1996). L'étendue des phtanites de ces formations est moins importante que celle des phtanites de Coutances-Saint-Lô. Les résultats de géochimie disponibles provenant de divers auteurs (Cayeux, 1929 ; Roblot, 1971) et réexaminés par M.-P. Dabard (1996), montrent un des concentrations élevées en Rb, Ba, V,… du fait de sa richesse relative en fraction phylliteuse.
Les niveaux de phtanite de Bretteville-en-Saire et de Morsalines présentent des faciès très proches. Ils sont intercalés dans des siltites rubanées, des grauwackes et de roches volcano-sédimentaires (pyroclastite et épiclastite quartzeuses ou feldspathiques, tuffite basique).
La formation du Vast est essentiellement représentée par des volcaniques, laves basiques ou intermédiaires. A ces principales roches, s'associent des coulées rhyolitiques, des tuffites basiques et des roches explosives acides.

[1] Lionel Dupret et Jean Le Gall : Laboratoire de géologie , GEGER, Université de Caen

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

4-2-2- En Bretagne

En Bretagne, on distingue deux grandes formations : Formations de Lamballe et Formations de Callac (Fig. 25 et 26).

Située au sud-est du Trégor, la Formation de Lamballe (Fig. 25) est limitée au sud par le granite de Montcontour et chevauche au nord la Formation à amphibolites et gneiss de Langueux-Yffiniac. Elle s'étend alors depuis Saint-Brandan au SW jusqu'à Saint-Cast-Le Guildo au NE (Roblot, 1968). M.-M. Roblot note toujours au cours de ses travaux que les affleurements de phtanites de Lamballle sont moins épars et plus constants que ceux de leurs homologues normands (Barrois, 1895b).

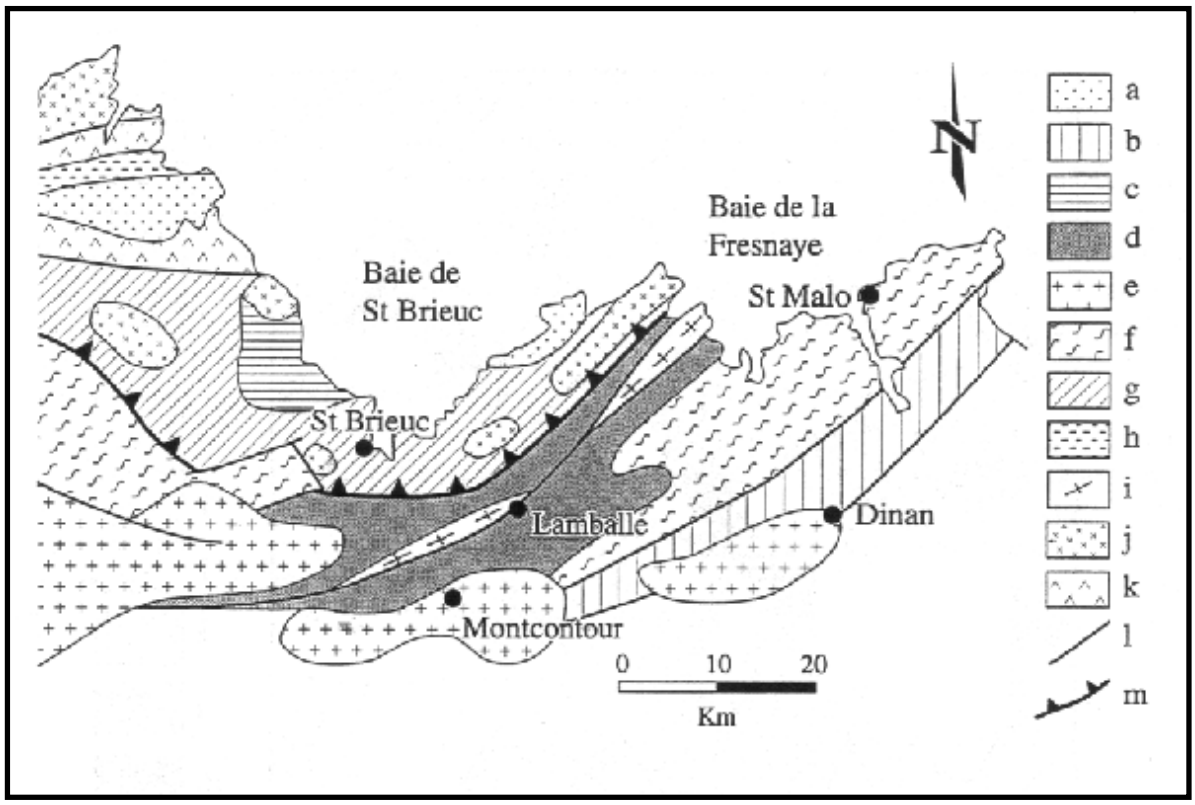


Fig. 25. Carte géologique simplifiée de la Bretagne nord (Chantraine et *al.*, 1988 ; Dabard, 1996)

a : formations paléozoîques ; b : Formation de la Vallée de la Rance ; c : Formation de Binic ; d : Formation de Lamballe ; e : granites varisques ; f : Migmatites de saint-Malô et de Guingamp ; g : Formations de Lanvollon et d'Yffiniac ; h : Formations de Paimplo et de la Roche Derrien, i : orthogneiss ; j : granites cadomiens ; k : Formations de Tréguier, Locquirec et L'Armorique ; l : failles ; m : charriage.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

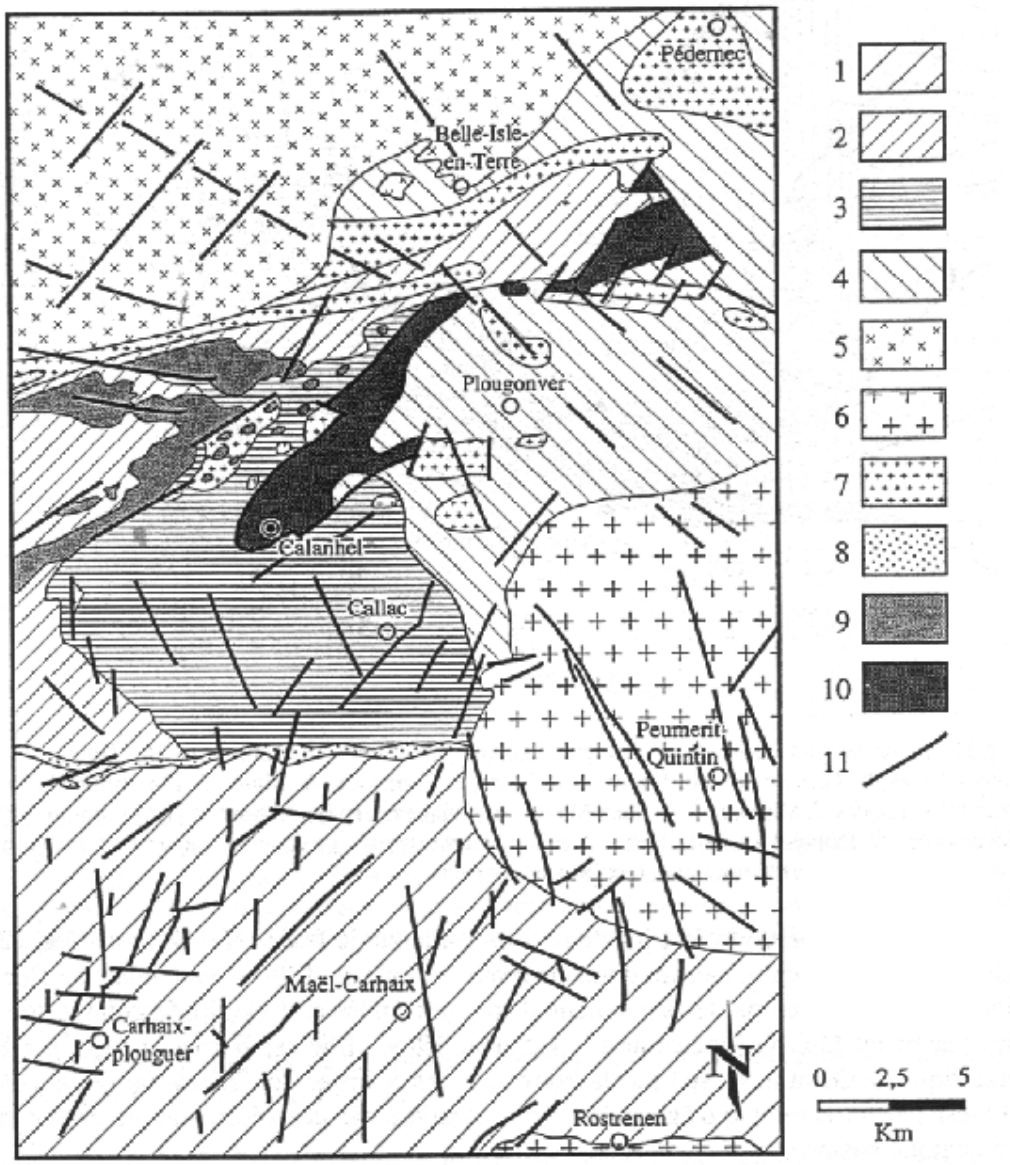


Fig. 26. Carte géologique simplifiée de la Région de Belle Isle en Terre (d'après Bambier et *al.*, 1984 ; Villey et *al.*, 1982).

1 : Formations sédimentaires carbonifères ; 2 : Formations siluro-dévoniennes ; 3 et 4 : Formations protérozoïques (3 Formation de Callac et 4 Formation de Plougonver) ; 5 : Granites hercyniens, Massifs de plouaret et de Bégard ; 6 : Massif de Quintin et de Rostren ; 7 : Métagranites et orthogneiss ; 8 : Microgranites ; 9 : roches basiques paléozoïques ; 10 : Roches briovériennes.

La Formation de Callac (Fig. 26) est située dans la région de Belle Isle en Terre, sur la bordure septentrionale du domaine centre armoricain. En contact au nord avec le linéament de Molène-Montcontour (zone faillée et mylonitisée) (Chauris, 1969), elle est bordée au sud par la formation ses schistes de châteaulin (Paléozoïque), à l'est par le massif granitique de Quintin, et à l'ouest par un ensemble paléozoïque constitué de sédiments et d'un complexe volcanique basique. La position actuelle de la Formation de Callac résulterait d'un Klippe charrié sur les migmatites de Guingamp (Balé, 1986) .

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

D'autres formations de phtanites affleurent dans le Trégor et le Pays du Léon. Elles ont été longtemps négligées dans l'interprétation des territoires préhistoriques. Il nous semble important de les rappeler ici. Au sud de Lannion, la formation dite "épidiorite de Plestin" renferme des phtanites (feuille 1/80 000 Lannion 2ème édition, Delattre et *al*.,1951), de même qu'à l'est du Trégorrois. M.-M. Roblot (1968) observe que les formations silico-carbonées du Trégorrois ne contiennent que le faciès quartzitique.

Dans le Pays du Léon , divers affleurements de phtanites s'observent au sud de Carantec. A Locquénolé, C. Barrois et M.-M. Roblot avaient cartographié un gisement de phtanites dans l'estuaire du Dossen (rivière de Morlaix).

Tous les faciès de phtanites précités sont d'âge Briovérien. Cependant, en Bretagne centrale et méridionale, apparaissent des faciès de roches silico-carbonées d'âge incertain.
Dans le secteur de la Baie d'Audierne, ces roches ont été étudiées par M.-M. Roblot (1968) et J. Cogné (1960). Les cartes actuelles (feuille de Pont-Croix au 1/50 000 ou de Quimper 1/80 000) ne montrent pas les affleurements de Tréogat et Plozevet décrits par ces auteurs. Ils décrivent une roche fortement graphiteuse n'ayant en aucun cas l'aspect d'un vrai phtanite. Des roches semblables apparaissent également apparaissent au sein du domaine cristallophyllien de la Cornouaille (de Landévant à Pluneret ; de Local-Mendon au sud d'Arradon ; de Ploemel à Baden ; à l'Île d'Arz) sans qu'il soit possible de savoir s'il s'agit d'anciens phtanites ou de quartzites charbonneux.

Au nord-est de la Cornouaille, les "phtanites" de Bruc ont été décrits comme des quartzites noirs, parfois graphiteux, de même que celles de Berric à Saint-Dolay.
Sur la carte de Pipriac au 1/50 000 (Dadet et al., 1995) sont décrits des petits niveaux de phtanites étirés et boudinés au sein d'un ensemble de grès et siltites au sein de la Formation de Renac daté du Silurien.(Llandovery à Ludlow). La formation de la Ville-Chauve est composée de schistes tuffacés, de schistes à crinoïdes et de quartzites renfermant des phtanites noirs. Les observations pétrographiques effectuées par M.-M. Roblot (1968), sur des échantillons de "phtanites" de Pipriac ont permis à celui-ci d'observer des ressemblances avec les phtanites de Teillé et d'en conclure qu'il ne s'agissait pas de véritables phtanites du Briovérien s.s.

Au sein du synclinarium de Saint-Georges-sur-Loire (feuille 1/50 000 de Redon, Fourniguet et Trautmann , 1985), on note des phtanites et lydiennes plissés n'ayant fourni aucune faune. L'analogie avec le synclinal de Redon a permis de leur attribuer un âge Llandovérien supérieur. A. Philippot (1950) avait déjà souligné un âge Llandovérien moyen et supérieur dans ces niveaux à phtanites du fait de la présence de graptolites, notamment à Vay et Malville.

4-2-3- En Vendée

En Vendée, les phtanites s'observent au sein des terrains métamorphiques(schistes micacés) : phtanite de la Ludovicière formant des bancs épais d'au moins 5 mètres et situés à 3 kilomètres au nord-ouest de Brétignolles ; et tout autour des massifs granitiques (massif granitique de la Roche-sur-Yon) atteignant parfois plus de 5 mètres d'envergure au niveau de la bande de Lucs-sur-Boulogne (feuille 1/80 000 Palluau –Ile D'Yeu, 129, 2ème édition BRGM, 1972). Ces phtanites forment des bancs de 0,20 m à 2 m au sein des schistes gothlandiens de la région de Rosnay alternant parfois avec des schistes noirâtres ou formant

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

une masse compacte telle à Mandot (feuille 1/80 000 Fontenay, 141, 3ème édition BRGM, 1968).

Près du littoral vendéen, les phtanites de Brétignolles s'observent très bien sur l'estran et atteignent parfois 5 mètres de puissance. La roche très massive est affectée par un laminage très intense.

4-2-4- Autres indices

De rares lambeaux phtanitiques sont toutefois observables en Loire–atlantique au niveau de la Roussellerie, de Les Moutiers, de la Bernerie et de la Rinaie (feuille 1/80 000, 117, Nantes-Ile Du Pilier, 2ème édition BRGM, 1968).

4-3- Caractérisation minéralogique

Dans le département de la Manche, les macrofaciès de phtanite observés sont massifs. Ce type massif a un macrofiès à strates pluricentimétriques à décimétriques à joints secs notés FSD (Dabard, 1996). Les échantillons analysés ont été prélévés dans la région de Coutances et de Callac.

La microstructure observée à Coutances est globalement homogène et est essentiellement constitués de microquartz granulaire, d'oxydes de fer et de titane, de pyrite et de rares minéraux phylliteux. Selon M.-M. Roblot (1971) et M.-P. Dabard (1996), cette composition minéralogique correspond à celle d'un vrai phtanite.

Les microquartz ont une taille variant de quelques dixièmes de micromètres à une vingtaine de microns. Les contours des microquartz sont plus ou moins nets (quartz cryptocristallin). Les grains de quartz d'une dizaine de microns de diamètre et de forme globuleuse sont soulignés par un contour fin et pigmenté. La distribution de ces quartz est aléatoire et n'obéit à aucun phénomène d'altération. Certains quartz ont également un aspect fibreux ou flamboyant (la calcédonite) ; la transition avec le quartz granulaire est progressive. L. Cayeux (1929) avait observé de l'opale sous forme globuleuse. M.P. Dabard (1996) note que ces formes globuleuses correspondent à du quartz, en concordance avec une absence d'observation de notre part. Cette absence d'opale n'exclut pas sa présence dans la roche originelle. R. Maliva et R. Siever (1988) montrent en effet que la maturation de l'opale CT conduit à la formation de quartz dont la taille atteint 10 µm. Les différents épisodes de dissolution et de recristallisation qui affectent les phtanites armoricains montrent une évolution des conditions physico-chimiques qui contrôlent la forme de précipitation de la silice.

- Les mégaquartz ont une taille pouvant atteindre 450 µm et se présentent sous différents habitus :

- des mégaquartz prismatiques (observés uniquement au sein des faciès laminés)
- des mégaquartz granulaire qui se concentrent dans certaines lamines ou couches discontinues.
- Des mégaquartz dans les fractures tectoniques. Les deux types de fabriques en mosaïque ("drusy mosaic") observés ont été définis par A. Mukhopadhyay et S. Chanda (1972) . Il s'agit d'un Type I formé d'éléments sans orientation ni

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

morphologie spécifique et d'un type II formé de cristaux allongés et implantés normalement aux parois des fractures (Planche 9, Fig. 7).

- L'ensemble des macrofaciès présentent une pigmentation. Cette pigmentation est un critère important pour la reconnaissance des phtanites (Dabard, 1996) et se présente sous deux types : une pigmentation noire et une pigmentation brune. La pigmentation noire est la plus fréquemment rencontrée et se présente en granulations polymorphes dispersées entre les cristaux de quartz et dessinent la lamination dans le cas des faciès laminés de Lamballe. Ils ont une taille inframicrométrique et forment parfois des agrégats de 1 à 10 µm (Dabard,1996). Au sein de la formation de Callac, la pigmentation se répartit de manière plus ou moins homogène dans toute la roche. Cette homogénéité dessine parfois une organisation stratiforme fréquente dans les bancs peu épais est sans doute d'origine primaire (Planche 10, Fig. 1 et 2). La pigmentation jaune à brun est rare dans le Massif armoricain. Cependant, elle représente un stade moins évolué de la pigmentation noire.

Au sein des zones non pigmentées on observe une recristallisation des mégaquartz. L'absence de recristallisation au sein des couches fortement pigmentées traduit sans doute soit une absence originelle, soit une expulsion tardive par remobilisation des pigments au cœur des fractures et des vides. M.-P. Dabard note que la présence de pigment semble inhiber la croissance du quartz. La nature organique de cette pigmentation a été l'objet de divers travaux. L. Cayeux (1929) avait souligné la présence de graphite, bien qu'il considère qu'il s'agisse d'une phase amorphe. Par la suite, les essais de caractérisation par pyrogénisation, isotopes du carbone et spectrométrie de masse ont révélé l'existence d'hydrocarbures $C_{25}H_{52}$ à $C_{35}H_{72}$, interprétés comme de la matière organique d'origine végétale. L'analyse au M.E.B. d'échantillons provenant des veines ou sur des résidus d'attaque à l'acide fluorhydrique a permis à M.-P. Dabard (1996) d'identifier du graphite souvent pulvérulent et montrant par endroits des recristallisations en lamelles et en tablettes hexagonales (échantillons provenant des formations de Saint-Lô et de Lamballe). Les dosages de carbone fournissent des teneurs comprises entre 0,17% et 0,50 %.

- Les sulfures sont visibles dans la plupart des phtanites et les nombreux moulages négatifs (boxworks) témoignent de leur abondance originelle. Ils se présentent soit en élément isolés (100-200 µm), soit en amas fusiformes ou sphériques ou en cristallisations framboïdales (Planche 9, Fig. 2). Leur répartition souligne parfois la lamination. Ils sont parfois altérés en hydroxydes de fer ou en hématite ou corrodés. Les rapports de S/Fe compris entre 1,04 et 1,19 prouvent qu'i s'agit de la pyrite. Cette pyrite est rarement sèche et contient d'autres éléments comme le Ni, Co, Se et Cu.

- Les carbonates (calcite, dolomite) sont présents dans certains phtanites de le Formation de Callac. Nous ne les avons pas observé mais sont bien décrits par divers auteurs. Certains de ces carbonates contiennent des inclusions de chlorite. L. Cayeux (1929) considère que ces carbonates résultent des précipitations au cours de la silicification. Cependant, l'absence de carbonates hors des phtanites situés à proximité du complexe ultrabasique de Belle Isle en Terre pour la formation de Callac semble désigner une origine secondaire liée à de plausibles émanations hydrothermales. Cependant, il n'est pas exclu que les carbonates fassent partie du cortège de minéraux originels des phtanites. Des inclusions, à cheval sur plusieurs minéraux, ont une forme de rhomboèdre correspondant à la limite de minéraux préexistants qui pourraient être

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

des carbonates. La continuité entre ces fantômes de minéraux et le reste de la roche atteste d'une disparition précoce.

- Les minéraux phylliteux ont des compositions d'illite-muscovite (Cayeux, 1929). On observe également quelques cristaux de biotite plus ou moins chloritisée, de composition ferro-magnésienne. Les phyllites ont une taille de 20-30 µm. Elles sont concentrées dans les joints stylolitiques avec les oxydes de fer ou dispersées dans la roche avec parfois une plus abondance plus marquée dans les lamines ou les zones d'expulsion liées à l'injection des fractures de quartz.

4-4- Caractérisation structurale

La densité des veines de quartz confère parfois à la structure de la roche un aspect bréchifié très fort. Ces filons sont constitués de quartz aux contours sinueux et irréguliers dus à la pression des sédiments par compaction. Le plissement et le cisaillement de certaines de ces veines parallèlement à la sédimentation montrent qu'il s'agit parfois de phénomènes synchrones et postérieurs à cette dernière.

4-4-1- Les macrofaciès

On distingue différents types de macrofaciès au sein des phtanites massifs :

- **Faciès à strates pluridécimétriques à métriques noté FSM**. Ce faciès représente une grande partie des affleurements des formations de Lamballe (Lieu-dit Les Puces et en Baie de la Fresnaye) et de Saint Lô (Lieu-dit La Lande-des-Vardes). La puissance des bancs peut atteindre 2 m, sans litage interne apparent.

- **Faciès à strates pluricentimétriques à décimétriques noté FSD**. Ce faciès est communément associé au précédent. Il présente des strates à joints secs.

- **Faciès à strates centimétriques à joints silico-argileux noté FSC**. Ce faciès s'observe uniquement en Baie de Fresnaye où il est associé au faciès FSD. Sa particularité est marquée par la présence de joints silico-argileux d'épaisseur millimétrique et discontinus.

- **Faciès à strates pluridécimétriques à métriques cataclasés noté FMC**. Il est fréquemment observé au sein de divers affleurements vendéens. Son originalité est l'absence de stratification proprement dite, à l'exception des alternances avec des schistes noirâtres.

- **Faciès de blocs cataclasés noté FBC**. Il est commun aux formations de Callac (exemple Rudunos) et de la région vendéenne (exemple du Lieu-dit la Sauzinière, La Mothe-Achard). Il s'agit essentiellement de blocs épars, plus ou moins déplacés, dont la proximité aux grands affleurements semble indiquer une continuité lithologique.

Nous choisissons pour ce travail, de ne pas détailler les observations des phtanites laminés. Nous vous renvoyons à l'étude de M.-P. Dabard (1996) réalisée au sein de la formation de Lamballe.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

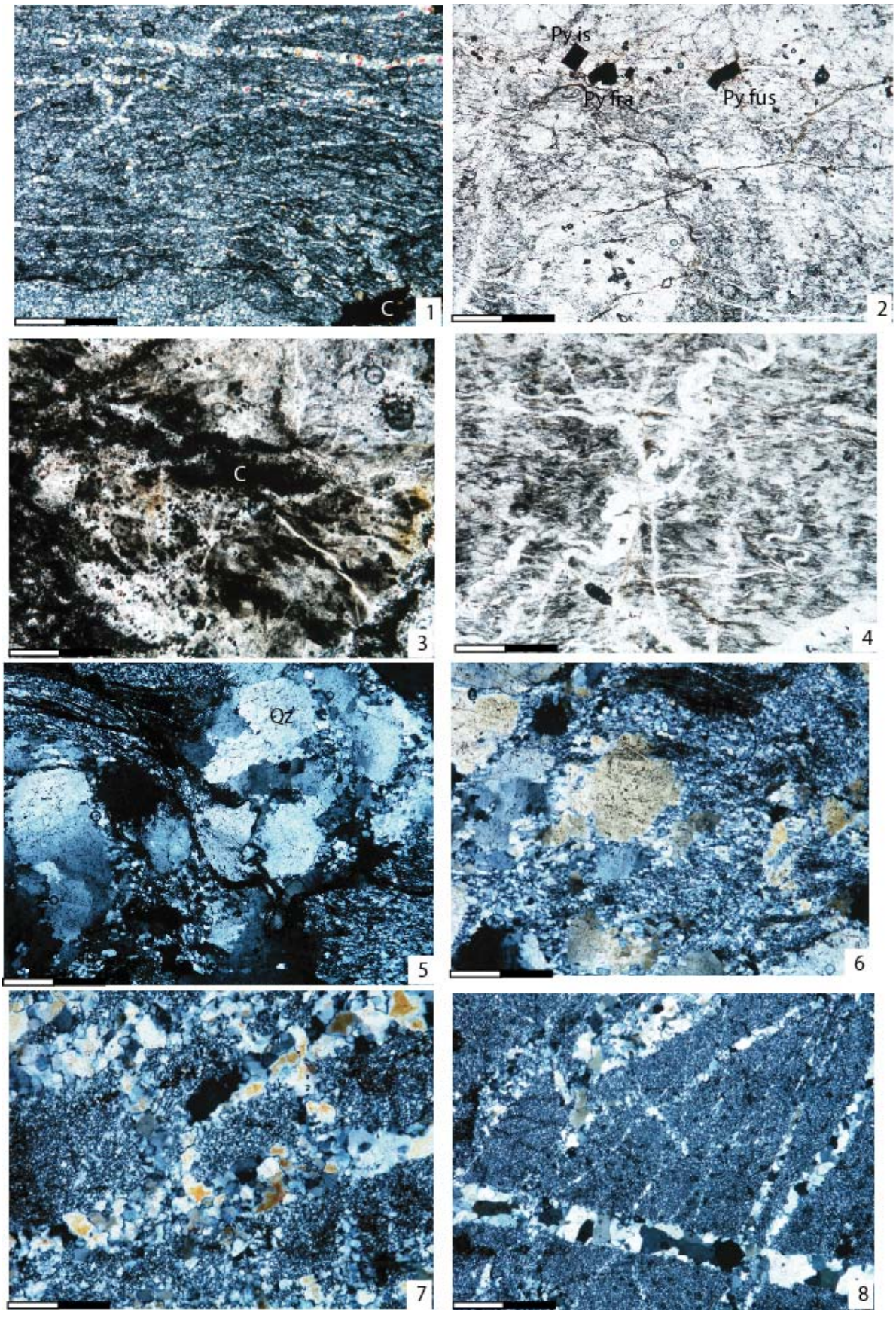


Planche 9. Phtanites massifs de Callac

Fig. 1. Kerhuellan (LP)
Microfaciès "pseudolaminé"à microfilons quartzeux denses? La matière carbonée (C) remplie les microfissures et les vides.
Trait : 500 µm.

Fig. 2. Kerhuellan (LN)
Microfaciès pseudolaminé à pyrites isolées (Py is), en amas framboïdes (Py fra) ou fusiformes (Py fus).
Trait : 500 µm.

Fig. 3. Kerhuellan (LN)
Microfaciès à quartz inférieur au micron dû à l'abondance de matière organique.
Trait : 500 µm.

Fig. 4. Kerhuellan (LN)
Identique à la Fig. 1.
Trait : 500 µm.

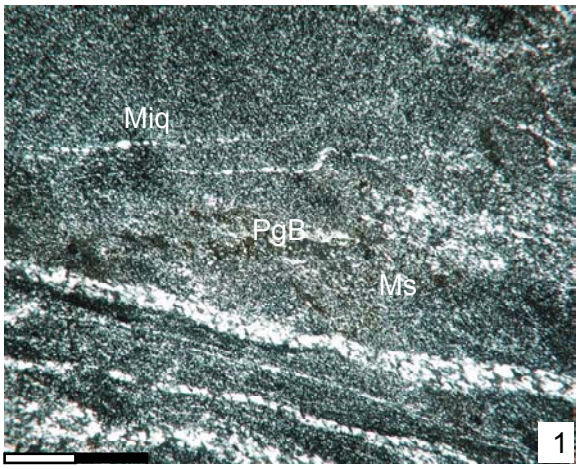
Fig. 5. Rudunos (LP)
Quartz (Qz) porphyroclastique étiré à queue de recristallisation de microquartz en « pseudolamines).
Trait : 500 µm.

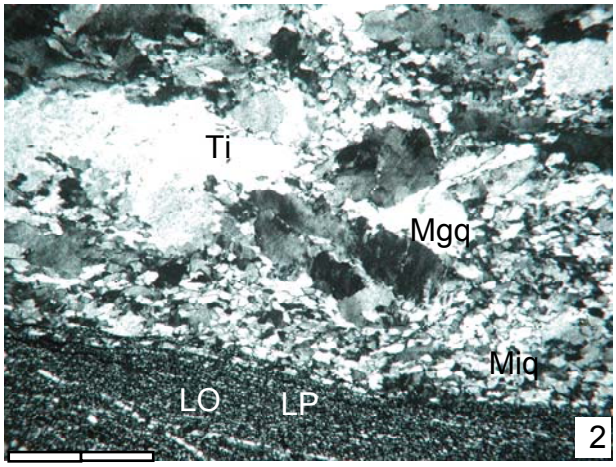
Fig. 6. Rudunos (LP)
Compression et formation de microquartz.
Trait : 500 µm.

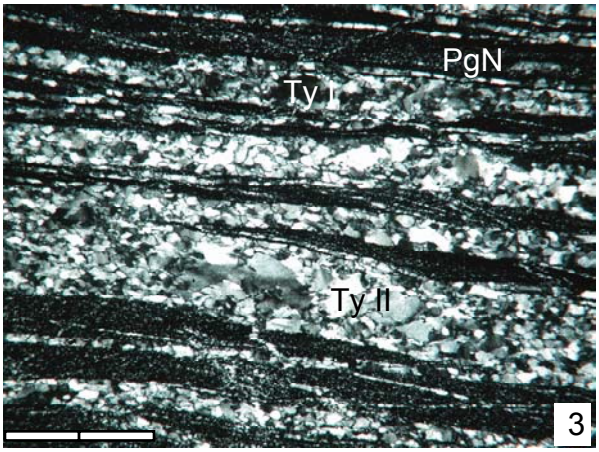
Fig. 7. Rudunos (LP)
Fractures tectoniques à mégaquartz de type de type I et II
Trait : 500 µm.

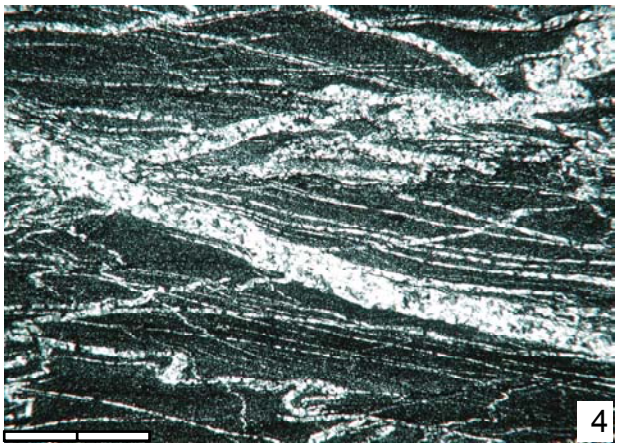
Fig. 8. Rudunos (LP)
Faciès quartzitique très fin.
Trait : 500 µm.

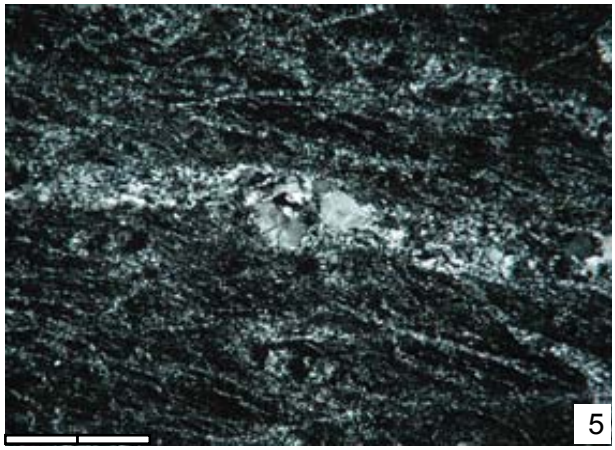
tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

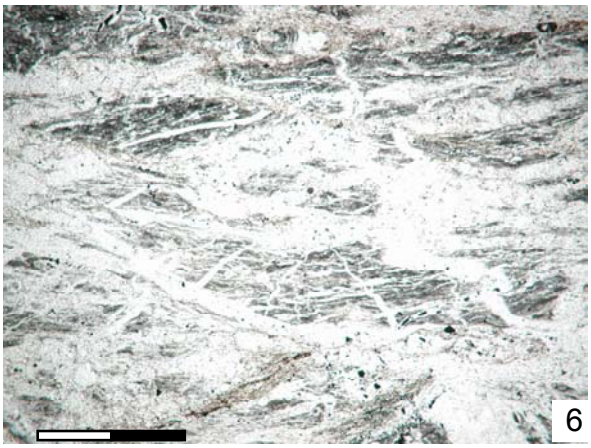


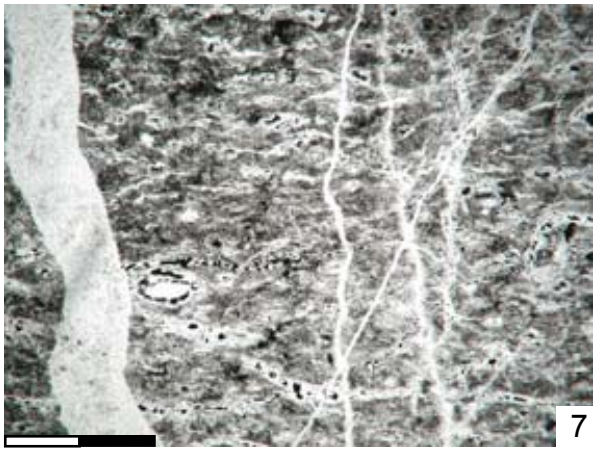


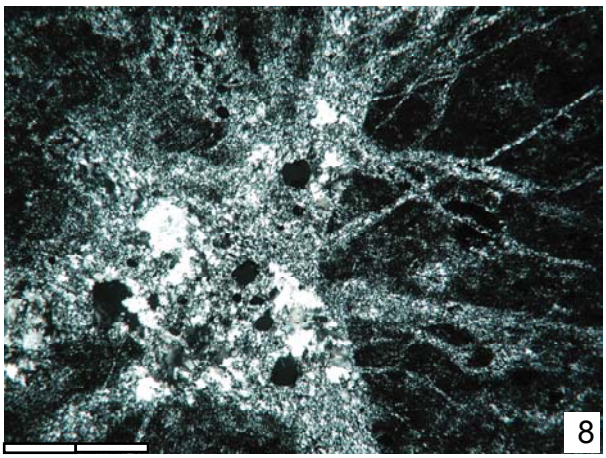












tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Planche 10. Phtanites de Coutances et de la Sauzinière

Fig. 1. Coutances (LP)
Faciès massif à pigmentation noire peu prononcée, pigmentation brune (Pg B) et micropaillettes de muscovite.
Trait : 500 µm.

Fig. 2.Coutances (LP)
Fractures de mégaquartz polycristallin (Mgq) à inclusions d'oxydes de titane (Ti), microquartz issus de la compression, lamination plane (LP) et oblique (LO).
Trait : 500 µm.

Fig. 3. Coutances (LP)
Fractures tectoniques unidirectionnelles à mégaquartz de type I et II.
Trait : 500 µm.

Fig. 4. Coutances (LP)
Fractures tectoniques plissées.
Trait : 500 µm.

Fig. 5. la Sauzinière (LP)
Trait : 500 µm.

Fig. 6. la Sauzinière (LN)
Trait : 500 µm.

Fig. 7. la Sauzinière (LN)
Trait : 500 µm.

Fig. 8. la Sauzinière (LP)
Trait : 500 µm.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

4-4-2- Les microfaciès

La détermination de microfaciès au sein des phtanites de type massif de Callac est rendue difficile par la complexité de la déformation syn-sédimentation et post-sédimentation. Au sein de ces phtanites, on distingue des rares traces d'une sédimentation, et de zones homogènes à microquartz qui rappellent les phtanites de Coutances.

Le faciès massif de Kerhuellan montre une microstructure que l'on peut qualifier d'homogène, malgré la très forte déformation cataclastique et ductile qui l'affecte. Les nombreuses veines de quartz qui parcourent la roche dessinent parfois un réseau enchevêtré. Ces filons ont une taille réduite millimétrique, et rarement centimétrique. Ces microfilons acquièrent principalement au cours de la déformation ductile une orientation qui confère à la roche une structure "stratiforme" (Planche 9, Fig. 1 et 2), plus ou moins plissée. Ces plis couchés affectent l'ensemble de la roche. Les variations latérales permettent d'envisager une probable succession de tous ces microfaciès, que l'on ne peut vérifier à l'échelle d'une lame mince.
Plusieurs différences existent entre les microfaciès « homogènes » de la formation de Callac, et les microfaciès principalement cataclastiques (Affleurement de Rudunos), issus de la même formation. Ce sont, la densité des microfilons, des phases de quartz microcristallin et de mégacristallin.

La formation du quartz microcristallin se fait parfois par dissolution des mégaquartz au cours de la déformation ductile, ce qui confère par endroits à la roche une structure mylonitique (Planche 9, Fig. 5). Lorsque cette dissolution est très forte, la roche acquiert alors un aspect plus ou moins homogène, sans orientation. La densité de la pigmentation est alors très faible et semble indiquer une concentration de la matière organique au sein de zones restreintes. Ce phénomène s'observe par endroits au sein des blocs déplacés de Kerhuellan. Nous verrons au cours de l'analyse des propriétés mécaniques l'importance de la densité de la phase de microquartz et donc de l'homogénéisation de la structure dans la croissance de la dureté, de l'élasticité du matériau et de la résistance à la propagation des fissures.

Au sein des phtanites de la formation de Saint Lô, on a un microfaciès globalement homogène, avec des hétérogénéités ponctuelles. Lorsque la pigmentation est abondante, elle souligne par endroits la limite des cristaux de quartz. Cette répartition de la pigmentation dessine aussi parfois des alternances de lits pigmentés et incolores de puissance centimétrique et sans doute d'origine primaire. les recristallisations successives de nombreuses veines de quartz entravent l'observation d'éventuelles structures sédimentaires. La lamination s'observe cependant, soulignée soit par la matière organique, soit par des accumulations d'oxydes, de microorganismes ou de phyllites. La lamination plane est la plus fréquente (Planche 10, Fig. 1 et 2). Une lamination oblique apparaît aussi localement, associée à des surfaces d'érosion. L'ensemble de ces microfaciès s'observent également au sein des phtanites massifs de Lamballe, décrits par M.-P. Dabard (1996).

Les microfaciès observés au sein des formations de Callac sont également présents au seins de formations du Bocage vendéen. Cependant, on note une dominance du faciès "enchevêtré". Les filons quartzeux sont peu plissés et ne représentent pas des pseudo-strates. Leur orientation est multiple. Les mégaquartz sont très rares et attestent de l'importance très faible du phénomène de dissolution et de recristallisation de la silice. La distribution homogène des pigments dans l'ensemble de la roche (absence d'expulsion) inhibe fortement la croissance du

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

quartz. La taille des microquartz est alors très réduite par rapport à celle des formations de Callac.

4-5- Caractérisation géochimique

En raison de l'absence d'analyses géochimiques sur les phtanites, nous nous sommes basées sur les observations effectuées par L. Cayeux (1929), M.-M. Roblot (1971) et M.-P. Dabard (1996). En raison de la variabilité des techniques et de la précision des résultats obtenus par les deux premiers auteurs, nous avons choisi d'ignorer ces résultats au cours de notre analyse. Il ressort alors que la silice représente plus de 96 % des phtanites.

La limite des toutes ces analyses est l'absence de données en éléments majeurs pour les phtanites de Callac. Contrairement à son homologue de Callac, le phtanite de Saint Lô montre des valeurs élevées en Cr et V qui s'expliquent par un enrichissement en fer (Fe_2O_3 = 0,55 %). Ainsi, dans le phtanite de type massif, l'apport des données géochimiques est quasi nulle à l'exception de la silice.

Cependant pour le type laminé, on note un enrichissement en Al_2O_3 et K_2O. Les teneurs en alumines permettent de supposer une contribution d'éléments d'origine terrigène confirmée par les teneurs élevées de zirconium et de titane. L'influence terrigène n'apparaît pas dans le type laminé. De même, les faibles concentrations en Fe_2O_3 et MnO, ainsi que l'absence notable de fortes concentrations en Ba, Ni , Cr … permettent d'exclure une quelconque origine hydrothermale, tel dans le cas de certains cherts précambriens.

La fraction terrigène permet également de différencier les phtanites de faciès laminé, des phtanites de faciès massif des formations de Lamballe, et de la Lande-des-Vardes. Les premiers montrent un enrichissement relatif en phyllithes, en zirconium et en titane, alors les seconds sont dépourvus de phase terrigène.

4-6- Conclusion

L'identification des phtanites est parfois difficile, surtout dans les faciès métamorphisés. La silice est le principal constituant.
Le quartz n'est cependant pas l'unique élément. Le cortège minéralogique est très variable, autant que son abondance au sein d'un même échantillon, en liaison avec la quantité de matière organique.
La taille des grains de quartz est inexploitable dans le cas des faciès métamorphisés. Les confusions les plus fréquentes concernent le quartz filonien et les sédiments terrigènes riches en silice et fortement pigmentés.
Les faciès reconnus macroscopiquement (laminé et massif) se distinguent aussi microscopiquement, par la teneur de la fraction terrigène. Peut-on alors conclure à un taux faible quasi-nul des Zirconium et du Titane au sein des phtanites de Callac ? L'une des différences notable entre les phtanites de Callac et les autres formations phtanitiques armoricaines reste la forte recristallisation syn-déformation à post-déformation, qui tend à homogénéiser la roche, à l'inverse des phtanites vendéennes.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

5- Géologie des ultramylonites et cataclasites armoricaines

5-1- Formation et Localisation des ultramylonites et cataclasites

Au cours de l'Hercynien, l'ensemble du Massif armoricain a subi une déformation lié à une collision continentale importante, engendrant alors le développement de zones de cisaillement ductile. L'ensemble des roches déformées se concentrent au sein des deux grands cisaillements : CNA et CSA (Fig. 13).

Le métamorphisme cataclastique se concentre dans le plus proche voisinage des zones de failles et charriage. L'écrasement et le cisaillement mécanique engendrent des changements dans la fabrique de la roche. Les roches cataclastiques résultantes pouvant être des brèches, mylonites ou pseudotachylites correspondant seulement à une diminution de la taille des grains. Au cours de ces changements, la roche ne subit aucune chauffe (ou est très peu chauffée) ; par conséquent, aucune réaction chimique prograde de nature métamorphique ne se produit entre les minéraux. Cependant, une altération secondaire rétrograde peut se produire, car les zones de fracture facilitent la circulation des fluides.

5-2- Caractérisation minéralogique et structurale

5-2-1- Au sein du Cisaillement Sud Armoricain (CSA)

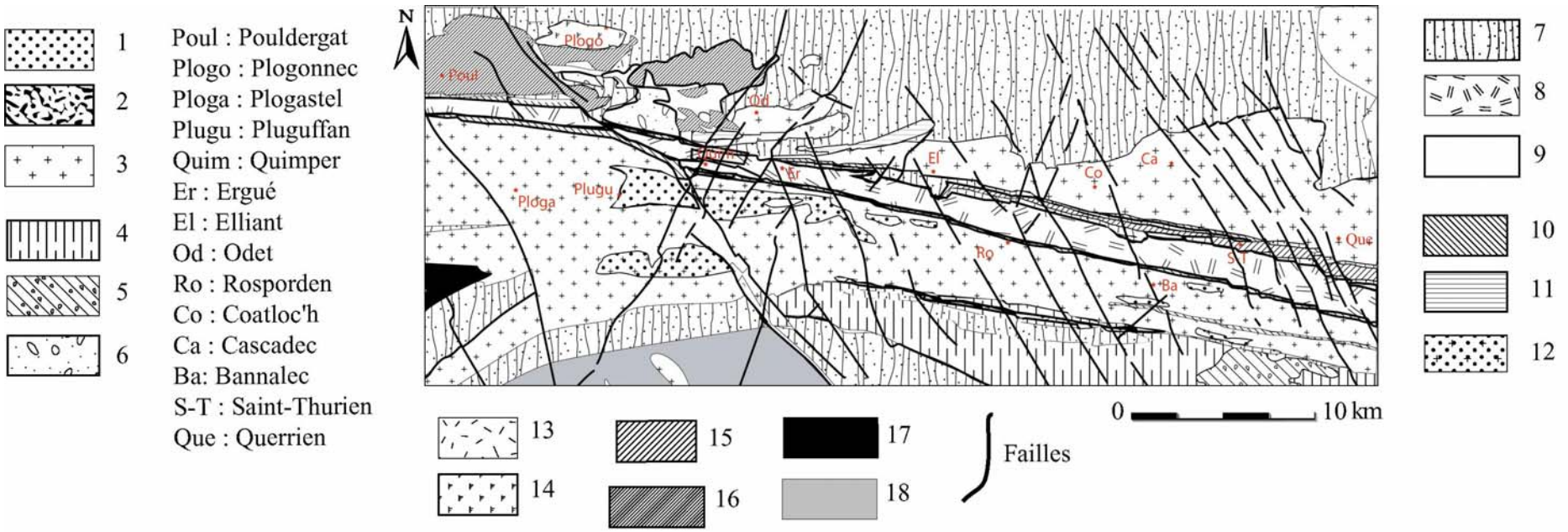
Depuis l'extrémité occidentale du CSA, les granites de la Pointe du Raz - Quimper et de Locronan, les roches anactectiques et bien d'autres formations sont affectées de puissants mouvements cisaillants qui conduisent soit à la formation de surfaces cataclastiques ou de véritables ultramylonites (Fig. 27). Quelque soit l'état d'avancement de la cataclase ou de la mylonitisation, ces roches sont claires, blanchâtres à grisâtres. Ces ultramylonites ont un grain extrêmement fin et sont homogènes. (exemple de la carrière de la vallée du Goyen, au sud de Pouldergat ; de la carrière de Larrin à l'ouest de Mahalon, de la carrière de Kervoal à l'ouest de Meilars et de la carrière de Moulin-Vert à l'ouest de Pont-Croix (Peucat et *al*., 1981).

Plusieurs échantillons de roche ont été prélevés dans le Cisaillement Sud Armoricain (Fig. 28). Il s'agit de prélèvements provenant à la fois de sites archéologiques et d'affleurements confirmés ou non. Les sites archéologiques échantillonnés se situent autant sur la branche sud du cisaillement (La Villeneuve, commune de Locunolé), sur la branche nord (Creac'h Miné Vihan et Kerboudou, commune de Saint-Thurien), que sur le littoral sud finistérien (Porz Bali, commune de Moëlan Sur Mer).

Cependant la différence de couleur entre les ultramylonites de la branche nord et celles de la branche sud (beaucoup plus sombres) serait soit due à une altération beaucoup plus intense au niveau de la seconde, soit à une origine non pas purement granodioritique, mais intermédiaire entre un granite et une granodiorite.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010



9 : Séries sablo-argileuses (Eocène-Pliocène)
Paléozoïque supérieur. 1: Granodiorite de Quimper; 3: Leucogranite de Pluguffan; 5: Leucogranites peu ou pas orientés
8: Leucogranites indifférenciés d'Ergué ; 12: Granite à tendance granodiorite de Saint-Yvy; 15: Métagranite de Saint-thurien
16: Leucogranites de Poludergat, Steir, Kerfelgant-Locronan (type Guéret)
Paléozoïque inférieur. 4: Orthogneiss; 11: Métagabbo-diorite de Gourvilly, Niverrot-Treanna, Meneg et Locunolé; 13: Orthogneiss granodioritiques;
14: Granodiorite de Plogonnec, Métagranodiorite de Gougastel Orthogneiss du Loc'h
2: Amphibolites de Koad Konk (Paléozoïque inférieur-supérieur?) 6: Leucogranodiorites de Guengat et de Robart (type Limousin)
7 :Micaschistes de Quimper, Micaschistes (Briovérien ?), paragneiss et amphibolites de Penhors
17 : Amphibolites, métagabbro et serpentinites de l'unité de Peumerit
18 : Micaschistes, paragneiss et amphibolites de Trunvel, Tréogat, Nerly et Merrien
10 : Ultramylonites et cataclasites

Fig. 27. Carte structurale du Cisaillement Sud Armoricain entre Quimper et Querrien

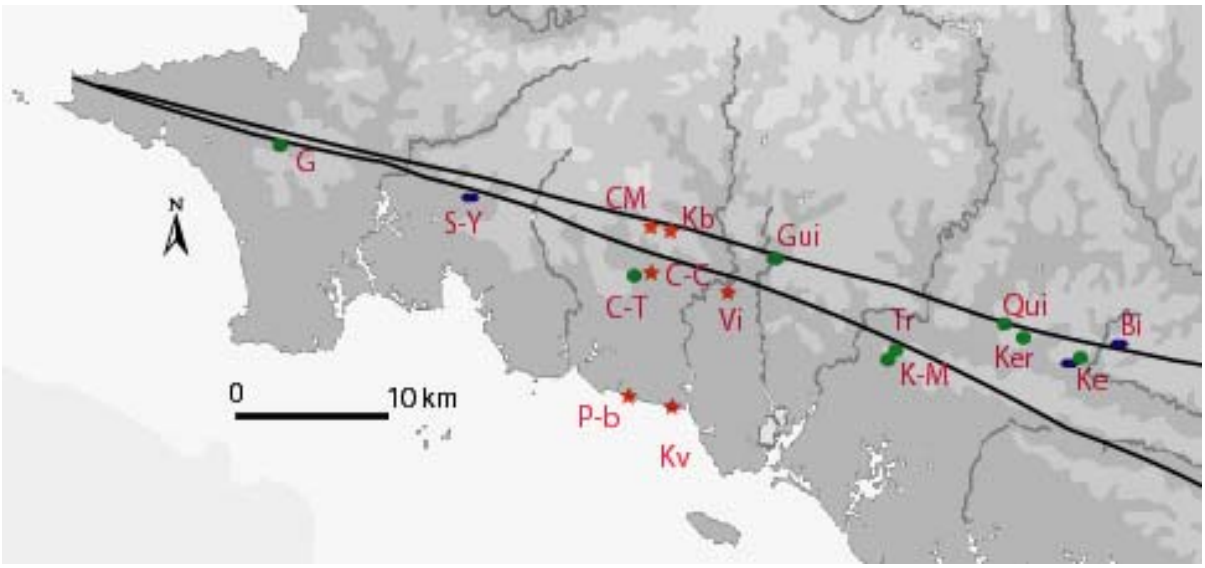


Fig. 28 Carte de localisation des prélèvements d'analyses chimiques et pétrographiques réalisées au sein du Cisaillement Sud Armoricain.

Etoiles = échantillons d'ultramylonites et de cataclasites de sites archéologiques : P-b = Porz-Bali, Kv = Kervoën, Vi = la Villeneuve, C-C = Cosqueriou-saint-Cado, Kb = Kerboudou, CM = Creac'h Miné Vihan.
Ronds verts = affleurements géologiques d'ultramylonites et de cataclasites : G = Gourlizon, C-T = Cosqueriou-an-Eac'h, Gui = Guilligomarc'h, Tr = Trébihan, K-M = Keriou-st-Maur, Qui = Quinipily, Ker = Kerigo, Ke = Kermingu.
Rectangles bleus = protolithes probables : S-Y = granite àtendance granodioritique de Saint-Yvy/granodiorite de Pluguffan, Ke = granite à deux micas de Kermingu, Bi = granodiorite de Bignan.

5-2-1-1- La minéralogie

La minéralogie commune est : quartz, feldspath (microcline), plagioclase (albite ou oligoclase), biotite, muscovite, chlorite, minéraux opaques (hématite). La matrice est composée de microquartz xénomorphes de taille très faible (≈ 0,05 µm). Les éléments figurés sont de la biotite, de petites muscovites primaires (5 µm), de la chlorite et des minéraux opaques (oxydes de fer : hématite et goethite floculées) (Jégouzo et Rosello, 1988 ; Tsobgou, 2003). Certaines cataclasites contiennent également des microperthites (Fig. 52, Annexe 2).

Au sein de la matrice microcristalline, apparaissent des quartz polycristallins d'une dizaine de microns composés de cristaux xénomorphes de taille identique à celle de la matrice. La chlorite de taille sensiblement égale à 25 µm représente ici le produit de l'altération de la biotite au cours du métamorphisme. On note une légère séricitisation des feldspaths. Les plagioclases présentent tous la macle polysynthétique de l'albite. Tout comme les feldspaths, ils sont fragmentés et peu nombreux. De feldspaths sub-automorphes (50 µm) s'observent dans la foliation, de nombreuses paillettes de muscovite néoformées (5-10 µm) dans les feldspaths, et des biotites chloritisées. La présence simultanée de plagioclase et de muscovite suggère que la déformation a pu être accompagnée de métasomatose, avec décomposition des plagioclases et croissance des micas.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La foliation est dessinée par les phyllosilicates et les quartz polycristallins allongés, les sous-grains de feldspaths recristallisés et les opaques étirés dans le sens du cisaillement. Cette foliation est traversée par un réseau parallèle de microfailles remplies de microquartz. Un second réseau de filons quartzeux obliques décale l'ensemble de la structure mylonitique. La densification de ce second réseau filonien donne par moments à la roche un aspect cataclastique plus ou moins prononcé. L'ensemble de la roche est traversée dans une phase postérieure à la mylonitisation par des nombreux filons leucocrates à mégacristaux.

P. Jégouzo et A. Rosello (1988) avaient suggéré un métamorphisme dans le faciès amphibolite pour justifier l'absence de modification géochimique significative au sein de certaines ultramylonites du Cisaillement Sud Armoricain. La présence des phénomènes de chloritisation et de séricitisation au cours du métamorphisme suggère une mobilité des éléments chimiques syn-mylonitisation qu'il serait important de qualifier et de quantifier.

5-2-1-2- L'analyse structurale

a- Les macrofaciès

Les ultramylonites et cataclasites sud armoricaines se présentent sous trois principaux types d'affleurements :

- **Faciès à « strates » massives (FSM)** : ce faciès s'observe uniquement au sein des carrières de roches massives issues de la tectonique de diverses roches (essentiellement la granodiorite de Bignan exemple des carrières de Kerrigo, Quinipily et Guilligomarc'h). L'étendue des « strates » varie de plusieurs décimètres à plusieurs mètres.

- **Faciès d'enclaves massives (FEM)** : il s'observe au sein des granites déformés, sous la forme de poches discontinues d'étendue centimétrique à métrique (exemple de la carrière de Keriou-st-Maur à languidic, Morbihan).

- **Faciès de blocs cataclasés (FBC)** : ces blocs parsèment les champs. Cette dispersion est sans doute liée aux labours agricoles (exemple de l'affleurement de Cosqueriou-an-Eac'h à Bannalec).

b- Les microfaciès

Les observations microscopiques ont portées sur un ensembles d'échantillons provenant
Quatre principales microstructures sont observées :

- Faciès bréchique (Planche 12, Fig. 16) à minéraux broyés sans orientation.

- Faciès mylonitique à minéraux broyés finement et orientés. Les minéraux rigides comme les feldspaths se déforment de façon cassante et la matrice a subi une recristallisation syntectonique importante (Planche 11, Fig. 1).

- Faciès d'ultramylonite s.s. (fortement déformée) au sein duquel les porphyroclastes sont peu présents (Planche 11, Fig. 1, 2 et 3 ; Planche 12, Fig. 11 et 14).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

- Faciès d'ultramylonite cataclastique (moyennement déformée) (Planche 11, Fig. 7 ; planche 12, Fig. 9).

-Faciès cataclastique ou protomylonitique (faiblement à moyennement déformée) où prédominent encore les porphyroclastes (Planche 11, Fig. 4, 5 et 6).

- Faciès d' "ultracataclasites" qui est en fait granoblastique (très fortement déformée et recristallisée). Il est dû à une homogénéisation de la structure suite à la bréchification intense et à la recristallisation (absence de clastes et de foliation).

c- Résumé

Les ultramylonites sombres provenant de la zone broyée sud armoricaine montrent une déformation cataclastique plus forte dans l'Ouest. Les faciès d'ultramylonites apparaissent essentiellement à l'ouest des deux branches du CSA. La minéralogie est parfois indéterminable en lame mince et nous contraint à effectuer une caractérisation géochimique. De plus l'observation de nombreux minéraux secondaires peut souligner un départ d'éléments chimiques à quantifier et qualifier.

5-2-1-3- Caractérisation géochimique

Des modifications géochimiques importantes peuvent se produire dans les zones de cisaillement se développant dans le faciès schiste vert (diminution de Na_2O et CaO, augmentation de K_2O et MgO) (Kerrich et *al*., 1980 ; Marquer, 1987). Ces mêmes travaux montrent par contre qu'aucune évolution significative ne se produit lors que l'on se trouve dans le faciès amphibolite. En conséquence, les ultramylonites et mylonites sombres jalonnant la branche nord du Cisaillement Sud-Armoricain, développées dans le faciès amphibolite représentent assez fidèlement la composition chimique du ou des protolithes magmatiques dont elles proviennent (Jégouzo et Rosello, 1988). Le meilleur candidat comme protolithe semble être la granodiorite de Bignan. Si l'on considère qu'il s'agit comme pour les ultramylonites de la branche nord d'un métamorphisme dans le faciès amphibolite, les ultramylonites de la Branche sud du Cisaillement Sud-Armoricain devraient présenter une composition chimique quasi identique à celle de leur roche mère.

L'analyse pétrographique et structurale des cataclasites et ultramylonites qui longent le cisaillement sud armoricains ont permis de relever la différence existant en les faciès leucocrates et les faciès mélanocrates. Certaines ultramylonites sombres ont été définies comme dérivant des granodiorite de Bignan (ultramylonites de la Branche Nord du cisaillement sud Armoricain) (Jégouzo et Rossello, 1988). Cependant les faciès sombres exploités principalement au cours du Mésolithique récent et final en Bretagne semblent avoir un protolithe différent. Les sites archéologiques marqueur de l'exploitation de ce second faciès sont situés sur la branche sud du cisaillement sud armoricain (branche nord et branche sud) défini plus en hauteur. En raison de la difficulté à découvrir les gisements bruts ou exploités par les préhistoriques, nous nous sommes penchés sur l'origine de ces roches métamorphiques afin de justifier leur localisation et leur particularité.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

a- L'échantillonnage et les méthodes d'analyse

Sans rentrer dans le détail du cheminent de l'échantillonnage, nous préciserons simplement que les résultats analysés ci-dessous sont obtenus par ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry) pour les éléments majeurs et ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) pour les éléments traces. L'échantillonnage porte sur une dizaine de sites archéologiques ou gisements bruts d'ultramylonites et cataclasites, de même que sur trois protholithes (granite à deux micas de Kermingu, granodiorite de Bignan et granite de St-Yvy) (Fig. 28).

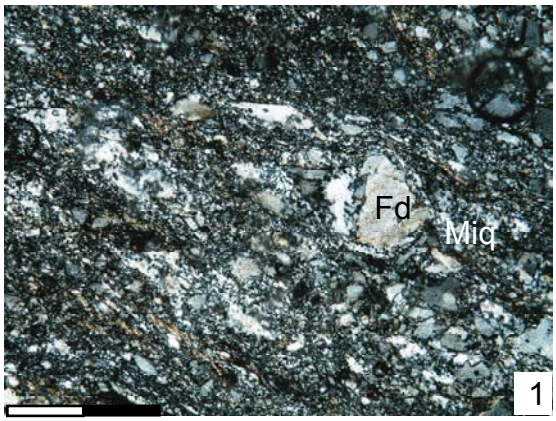
b- L'analyse des résultats

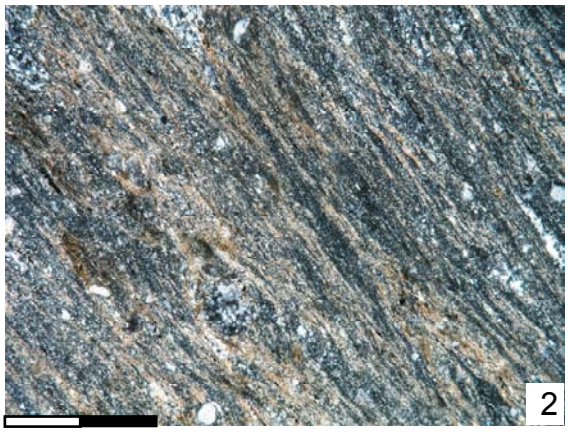
Les résultats d'analyse sont reportés dans les tableaux 16, 17 et 18. Ces résultats montrent pour le rapport Al/ (Na + Ca + K) et les pertes au feu (PF) des valeurs très élevées. Alors que ce rapport est généralement inférieur à 1,8 pour les possibles protolithes, il est supérieur à 2 dans le cas de certaines cataclasites et ultramylonites (principalement dans le cas des échantillons archéologiques). Ces valeurs indiquent par conséquent une forte altération au cours de la déformation mylonitique. Les faciès cataclastiques ont en général un rapport alumine/alcalins-alcalino-terreux sensiblement égal à celui des protolithes. Seule la mylonitisation s'accompagne d'une altération. Le départ des alcalins et alcalino-terreux impose alors de choisir un modèle de projection graphique suffisamment imposant pour permettre de visualiser et de quantifier l'altération. Les diagrammes isocones de J. A. Grant (1986, 2005) ont été choisis. Ces diagrammes seront complétés par les diagrammes QAP (Quartz-Feldspath alcalin-Plagioclase) afin de mieux contraindre la détermination des protolithes.

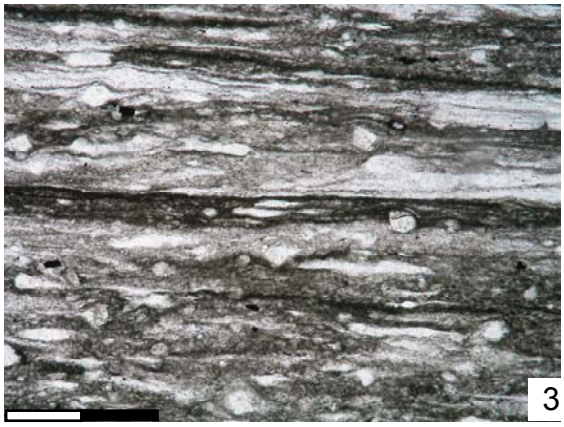
b-1- Les terres rares

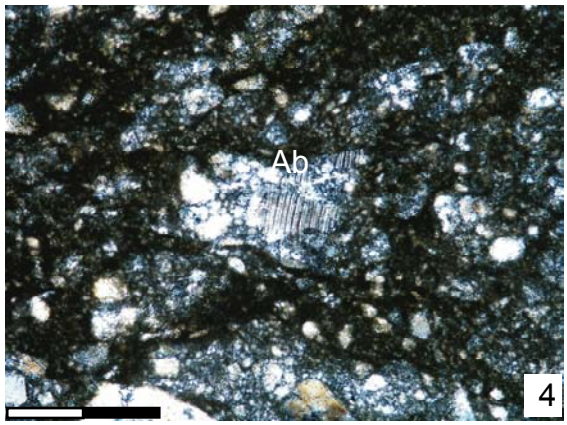
Le spectre des terres rares normalisées aux chondrites (Fig. 29) est caractéristique des granites, avec une anomalie négative en Eu classique plus ou moins prononcée. L'ensemble des échantillons présentent un profil proche de celui du granite de St-Yvy et très différent de celui du granodiorite de Bignan. Il n'est pas possible d'écarter la granodiorite de Bignan comme possible protolithe (notamment pour les échantilloons provenant de la branche nord du cisaillement). Le fort départ de certaines terres rares légères ne permettent pas de souscrire à une hypothétique origine granodioritique *s.s*., notamment pour les échantillons géologiques de Gourlizon et archéologiques de Creac'h Miné Vihan qui présente l'anomalie en Eu la plus forte. En effet cette altération forte des éléments chimiques est bien exprimée par la valeur Al/(Na + Ca + K) respectivement de 10,28 et 10,78. Mais on peut supposer une origine granitique au vu des valeurs de SiO_2 élevées et les profils des autres terres rares sensiblement identiques à l'ensemble des prélèvements. On peut s'attendre à un protolithe de composition intermédiaire entre un granite et une granodiorite (plus proche du granite de St-Yvy que de la granodiorite de Bignan.
Afin de compléter cette analyse nous essayerons de quantifier cette altération des éléments chimiques en exploitation la méthode des diagrammes isocones de J. A. Grant (1986, 2005).

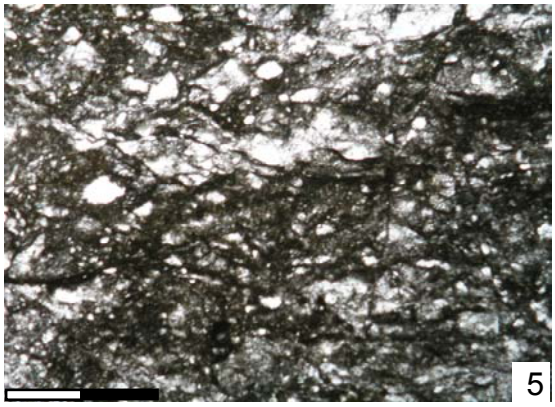
tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

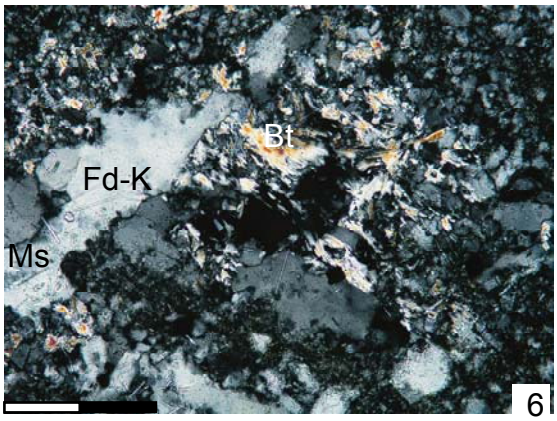


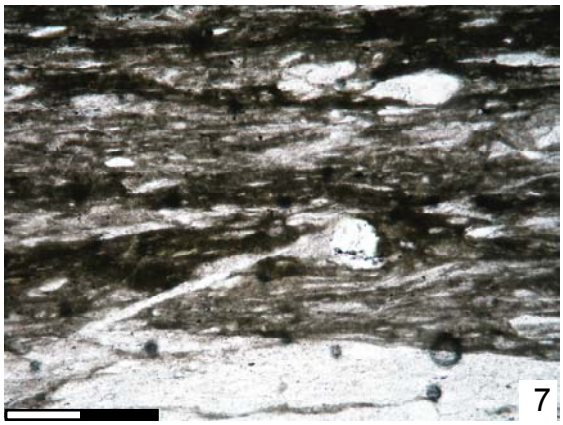


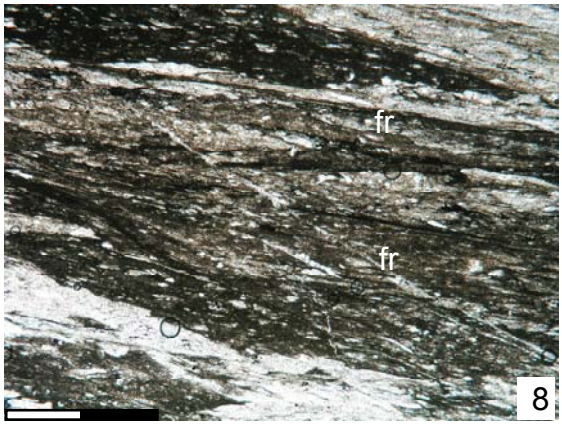












tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Planche 11. Ultramylonites et Catacaclasites de Tréméven

Fig. 1. Kervoën (LP)
Mylonite à ultramylonite s.s.. Feldspath (Fd) corrodé avec ombres de pression de microquartz xénomorphe (Miq) contenant des paillettes de muscovite.
Trait : 200 µm.

Fig. 2. Kervoën (LP)
Ultramylonite s.s.
Trait : 200 µm.

Fig. 3. Porz Bali (LN)
Ultramylonite s.s. très fine.
Trait : 200 µm.

Fig. 4. Keriou-st-Maur (LP)
Cataclasite avec clastes de plagioclase albite-oligoclase (Ab).
Trait : 500 µm.

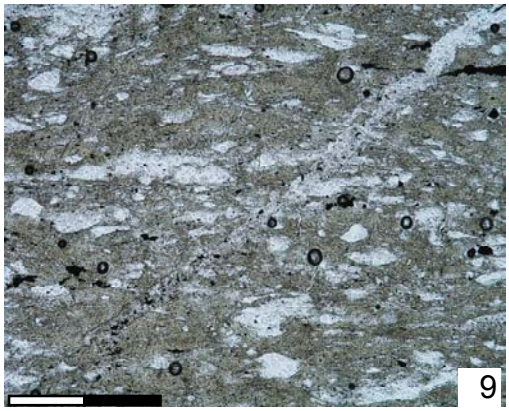
Fig. 5. Keriou-st-Maur (LN)
Cataclasite à ultramylonite.
Trait : 500 µm.

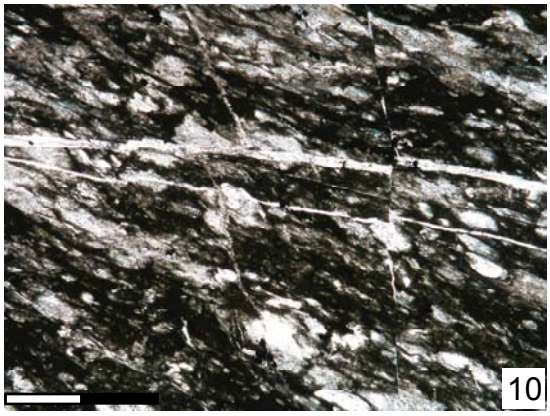
Fig. 6. Keriou-st-Maur (LP)
Cataclasite (protomylonite) à porphyroclaste de feldspath potassique (Fd-K) à inclusions de petites muscovites (Ms), et biotite (Bt) chloritisée.
Trait : 100 µm.

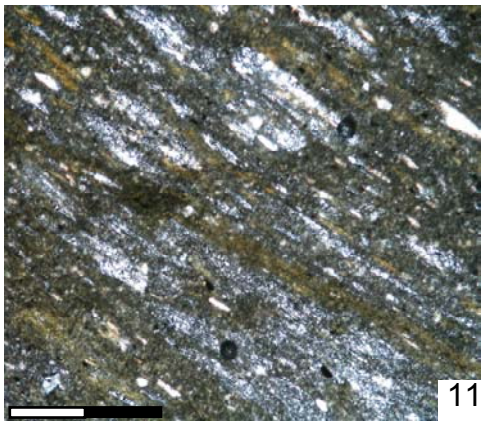
Fig. 7. La Villeneuve (LN)
Ultramylonite cataclasée intermédiaire entre celles des Fig. 3 et 5.
Trait : 200 µm.

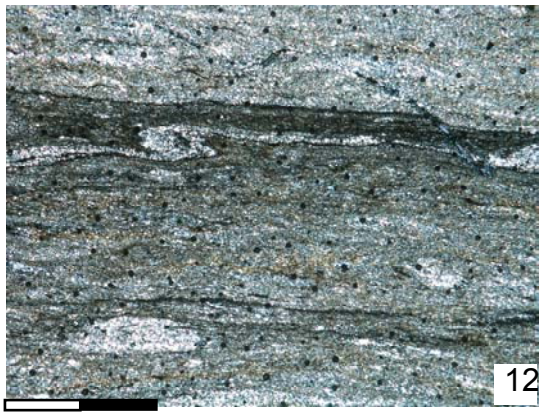
Fig. 8. La villeneuve (LN)
Ultramylonite traversée par un réseau de microfailles.
Trait : 500 µm.

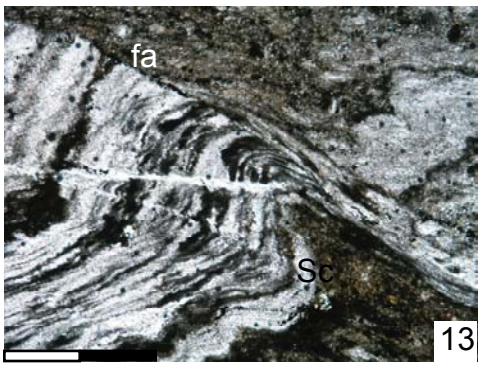
tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

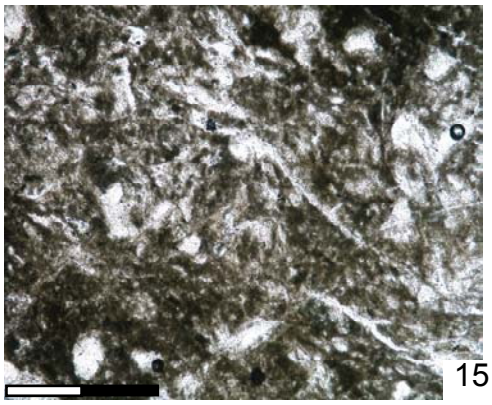


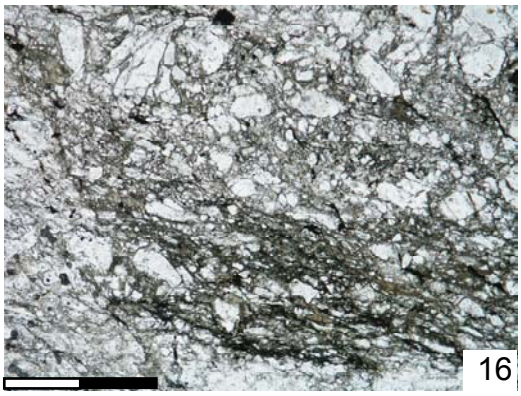












tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Planche 12. Ultramylonites et Catacaclasites de Tréméven

Fig. 9. Creac'h Miné Vihan (LN)
Ultramylonite cataclasée. Foliation marquée par les quartz étirés et cisaillés par des fractures leucocrates tardives.
Trait : 200 µm.

Fig. 10. Creac'h Miné Vihan (LN)
Ultramylonite cataclasée moins intense qu'au niveau de la Fig. 9.
Trait : 500 µm.

Fig. 11. Creac'h Miné Vihan (LP)
Ultramylonite s.s.
Trait : 200 µm.

Fig. 12. Kerboudou (LP)
Ultramylonite s.s. à feuillets de quartz polycristallin et étirés montrant un plissent dissymétrique, à schistosité de fracture (fractures de minéraux opaques) et microfailles de quartz et chlorite.
Trait : 200 µm.

Fig. 13. Kerboudou (LN)
Pli faillé (fa) (schistosité de plan axial : Sc). Microfailles normales leucocartes parallèles à la foliation et cisaillantes tardives.
Trait : 200 µm.

Fig. 14. Kerboudou (LN)
Ultramylonite avec une fracture
Trait : 500 µm.

Fig. 15. Cosqueriou-an-Eac'h (LN)
Cataclasite avec restes de mylonitisation (quartz étirés)
Trait : 200 µm.

Fig. 16. Kerigo (LN)
Structure bréchique avec des restes discrets de structure mylonitique (bas de la photo).
Trait : 500 µm.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

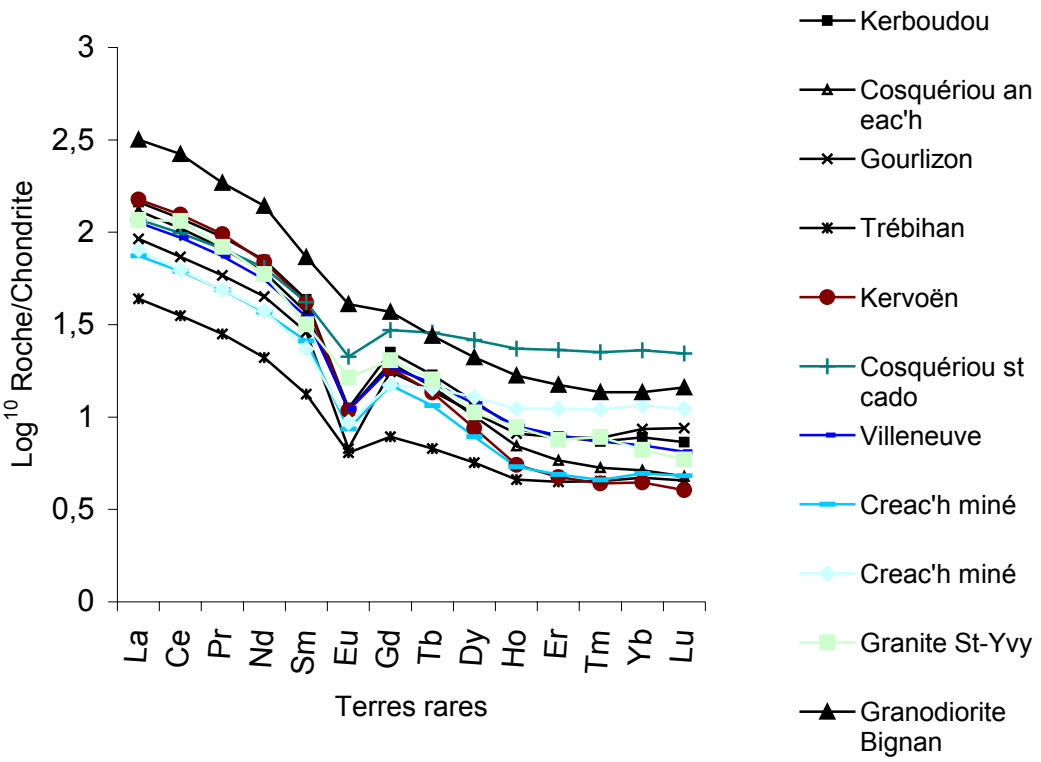


Fig. 29. Spectre des terres rares normalisées/Chondrites des échantillons géologiques et archéologiques d'ultramylonites et cataclasites sombres du CSA ; des protolithes granodiorite de Bignan et granite à biotite de St-Yvy (granite à tendance granodioritique).

b-2- La méthode des diagrammes isocones

L'exploitation de cette méthode suppose un choix déterminant des éléments chimiques à projeter et de l'échelle graphique. Nous considérons en premier lieu que les cations précipitants que sont Al, Mn, et Ti sont peu ou pas altérés. A ces éléments majeurs, nous associerons des éléments traces tel Zr, Y, Cu et V communément considérés comme insolubles au cours du métasomatisme. L'équation reliant la composition chimique et le volume au cours de l'altération métasomatique est la suivante :

$$\mathbf{C_i^A = M^0/M^A(C_i^O + \Delta C_i)} \qquad \text{(Grant, 1986, 2005)}$$

où C_i est la concentration en l'élement "i", "O" le protolithe et "A" la roche altérée
M^0 et M^A sont les masses avant et après altération
ΔC_i est la variation de la concentration de chaque oxyde
Pour les ions stables tel Al et Mn, $\mathbf{\Delta C_i = 0}$. L'équation ci-dessus devient alors :

$$\mathbf{C_i^A = M^0/M^A(C_i^O)}$$

La variation de masse (M^0/M^A) est la pente de cette équation. Cette pente varie beaucoup suivant les échantillons est reste pratiquement constante entre 0,8 et 1 pour tous les protolithes. Elles sont répertoriées sur les différents graphiques isocones et dans les tableaux ($\mathbf{C_i^A / C_i^O}$) (Tabl. 22 à 29 et Fig. 31 à 51, Annexe 2). Le MnO étant présent à très faible dose quelque soit le protolithe ou l'échantillon archéologique et géologique analysé, aucune information directe ne peut être tirées de ses concentrations.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Il reste que les concentrations en SiO_2 permettent dans un premier temps de douter de la variabilité des protolithes pouvant être soit une granodiorite, un leucogranite, un granite à deux micas ou même une roche à composition intermédiaire entre un granite et une granodiorite comme à St-Yvy.

Les proportions de SiO_2 des échantillons géologiques des carrières de Kerigo et de Quinipily sont très élevées et désignent un leucogranite comme protolithe. Leur rapport alumine sur alcalins est proche des rapports initiaux et marquent une faible altération. La carrière de Quinipily, malgré une absence de données sur la mesure des éléments traces insolubles, montre une composition proche de celle du granodiorite (Tabl. 18). Cependant, la courbe d'isocone se rapproche aussi fortement de celle du granite de St-Yvy. Cette double tendance dans la nature du protolithe est à lier à la variation de composition selon l'échantillonnage de la granodiorite de Bignan). Nous rejoignons alors l'analyse faite par P. Jégouzo et A. Rosello (1988) qui associent les ultramylonites de Guilligomarc'h à la granodiorite de Bignan.

Les gisements situés autour de Kermingu (Moustoir-Ac, Morbihan), non loin de Bignan nous ont permis de prélever des échantillons d'ultramylonites et de cataclasites dans un environnement très proche. Si les deux échantillons ont une composition en silice proche de celle d'une granodiorite, ils montrent un rapport alumine sur alcalins très différent. Ce rapport est faible pour le cataclasite et élevé dans le cas de l'ultramylonite (Tabl. 18). Y'a-t-il un lien ave le processus de formation puisque toutes les ultramylonites plus ou moins cataclasées présentent un fort départ d'alcalins. Les diagrammes isocones pour ces échantillons attestent d'une composition de granite à deux micas local (Fig. 31 à 51, Annexe 2). L'hésitation que peuvent engendrer les profils dans le cas du granite de St-Yvy peut être levée en raison des valeurs très fortes de K_2O, Cu, Zr, Y et V (Tabl. 16, 17 et 18) et surtout de sa position géologique (au sud de la branche nord du CSA). Ces ultramylonites diffèrent très bien des exemples archéologiques par leur couleur gris-blanchâtre.
Au total, la branche nord du CSA regorge d'ultramylonites sombres dérivant de la granodiorite de Bignan ou d'un granite à deux micas. L'absence du faciès sombre rencontré au niveau de la branche sud nous laisse penser qu'il s'agit d'un faciès local bien différencié. Il est alors important de définir son origine.

L'ensemble des courbes isocones d'ultramylonites et cataclasites sombres provenant de la partie sud de la branche sud du CSA (échantillons archéologiques de La Villeneuve, Cosqueriou-st-Cado ; échantillons géologiques de Cosqueriou-an-Eac'h et de Trébihan) indiquent un protolithe à composition chimique intermédiaire entre un granite et une granodiorite (granite de type St-Yvy, Fig. 31, 34, 38, 39, 40 et 41). Cet éventuel protolithe est situé dans l'environnement proche des roches métamorphiques qui en résulteraient. C'est sans doute l'une des raisons de sa forte utilisation au cours du Mésolithique final breton. Les enclaves granitiques de type St-Yvy actuellement connus sur le Massif armoricain sont essentiellement situés légèrement en dessous du bras nord de la branche sud du CSA (appelée branche principale sud et qui s'étend depuis la vallée du Jet à l'ouest jusqu'à celle de l'Isole à l'est, en passant par Rosporden et le nord immédiat de Bannalec ; Béchennec et *al*., 2001). C'est dans cette zone médiane entre les deux bras de la branche sud du CSA que sont localisés les principaux gisements géologiques et sites archéologiques échantillonnés ici (exception des deux sites précités et situés sur la branche nord : Kerboudou et Creac'h Miné Vihan).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 16 Analyses géochimiques (éléments majeurs et quelques traces insolubles) des échantillons archéologiques d'ultramylonites et cataclasites du Mésolithique final armoricain.

% ou ppm sites arrchéologiques	**Kerboudou**	**Cosqueriou-an-Eac'h**	**Kervoën**	**La Villeneuve**	**Creac'h Miné Vihan (moyenne de 2 analyses)**
SiO_2	72,24	69,88	70,49	66,81	69,39
Al_2O_3	13,94	14,77	13,30	14,59	15,12
Fe_2O_3	3,47	3,00	1,61	3,94	7,43
MnO	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	0,03
MgO	1,11	0,53	< L.D.	0,98	1,90
CaO	0,48	0,62	0,36	0,49	0,30
Na_2O	1,57	2,04	2,90	1,99	1,05
K_2O	2,56	4,22	3,84	3,33	0,12
TiO_2	0,32	0,25	0,22	0,33	0,37
P_2O_5	0,20	0,20	0,23	0,22	0,19
PF	3,38	2,83	6,11	4,22	3,86
Total	99,27	98,34	99,06	96,90	99,76
Cu	< L.D.	< L.D.	< L.D.	6,94	6,53
V	28,19	14,74	9,46	31,21	43,40
Y	14,11	12,16	9,56	13,97	13,85
Zr	138,80	132,50	106,70	133,10	112,22
Al/(Ca+Na+K)	3,02	2,14	1,87	2,51	10,28

Tabl. 17. Analyses géochimiques (éléments majeurs et quelques traces insolubles) de gisements bruts d'ultramylonites et cataclasites des branches nord et sud du CSA

% ou ppm gisements géologiques	**Gourlizon**	**Trébihan**	**Cosquériou-st-Cado**	**Kermingu mylonite +ultramylonite (moyenne de 2 analyses)**	**kermingu cataclasites (moyenne de 3 analyses)**
SiO_2	67,15	71,67	72,41	63,36	69,05
Al_2O_3	13,38	13,30	12,52	16,81	15,72
Fe_2O_3	5,56	1,38	5,04	5,97	2,68
MnO	< L.D.	< L.D.	< L.D.	0,08	0,04
MgO	1,73	0,30	1,59	1,96	0,96
CaO	0,34	0,60	0,36	0,60	1,42
Na_2O	0,77	2,36	1,39	3,44	3,16
K_2O	0,13	4,17	2,83	3,56	4,80
TiO_2	0,30	0,28	0,77	0,63	0,51
P_2O_5	0,16	0,13	0,41	0,21	0,33
PF	4,26	5,46	2,50	3,57	1,30
Total	93,.78	99,65	99,82	100,19	99,97
Cu	< L.D.	< L.D.	36,05	13,40	5,14
V	35,79	17,22	82,47	90,80	35,74
Y	15,22	8,16	39,58	22,70	11,20
Zr	112,90	130,70	271,50	175,30	238,30
Al/(Ca+Na+K)	10,79	1,86	2,73	2,21	1,67

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 18. Analyses géochimiques (éléments majeurs et quelques traces insolubles) de gisements bruts d'ultramylonites et cataclasites des branches nord du CSA et de quelques protolithes supposés

% ou ppm probables protolithes et gisements de la branche nord	**granodiorite (Bignan) (moyenne de 2 analyses)**	granite à 2 micas (Kermingu)	**Granite (St-Yvy) (moyenne de 2 analyses)**	**Kerigo**	**Quinipily**	**Guilligomarc'h (moyenne de 4 analyses)**
SiO_2	60,43	69,53	69,05	74,00	70,20	65,21
Al_2O_3	16,79	16,04	16,05	14,65	15,1	16,55
Fe_2O_3	6,28	2,43	2,71	0,91	2,84	4,49
MnO	0,07	0,03	0,05	0,01	0,03	0,05
MgO	2,52	0,76	0,90	0,32	0,96	1,86
CaO	3,82	1,20	1,55	0,69	0,68	2,50
Na_2O	3,59	2,89	3,40	4,92	3,78	3,24
K_2O	3,99	4,61	4,14	3,00	4,30	3,58
TiO_2	1,24	0,40	0,42	0,11	0,36	0,72
P_2O_5	0,54	0,37	0,27	0,24	0,30	0,27
PF	1,03	1,80	1,15	0,95	1,67	1,14
Total	100,31	100,06	99,69	98,8	100,18	99,62
Cu	11,00	4,87	<L.D.	-	-	-
V	69,80	25,45	21,50	-	-	-
Y	26,80	19,63	16,85	-	-	-
Zr	342,00	180,30	133,00	-	-	-
Al/(Ca+Na+K)	1,47	1,84	1,77	1,70	1,72	1,77

Parmi toutes les formations granitiques qui jonchent la branche sud du CSA, seules les enclaves granitiques de type St-Yvy – Beg Meilh contiennent des pourcentages de CaO élevées (1,55 %) et des teneurs assez fortes en Zr (133 ppm) et en Ba (391 à 747 ppm). F. Bechennec et *al*. (2001) notent que les teneurs en silice et en éléments compatibles (Fe, Mn, Mg et Ca) situent le granite de St-Yvy à la limite entre les granodiorites et les leucogranites, telle que définie par J. Didier et J. Lameyre (1969). Leur encaissant (le granite de Pluguffan) montre un taux de CaO compris entre 0,4 % et 0,8 % (Béchennec et *al*., 2001) et se situe dans la gamme des leucogranites. Les enclaves de granite à biotite (appelé faciès type St-Yvy - Beg-Meil : Béchennec et *al*., 2001) forment des entités isolées dans le granite de Pluguffan (Fig. 27). Ce granite présente un grain moyen à fin, avec quelques porphyroblastes subautomorphes ou déformés de feldspath. La structure grenue est parfois mylonitique. Il est riche en biotite et présente une teinte gris sombre. La roche est affectée par des structures S/C/L. La paragenèse comprend du quartz, du feldspath potassique, du plagioclase, de la biotite, de la muscovite et accessoirement de l'apatite et du zircon.

Quelque soit le protolithe supposé, les courbes isocones des ultramylonites de la carrière de Gourlizon et du site de Creac'h Miné Vihan montrent une perte très élevée en Na_2O et K_2O, et une augmentation très significative de Fe_2O_{3total} et de MgO. Cette croissance se traduit minéralogiquement par la formation de nombreux ferro-magnésiens et opaques qui confèrent à la roche sa couleur sombre.
En admettant l'hypothèse d'un protolithe proche du granite à biotite type St-Yvy (pour les échantillons de la BSCSA) ou de la granodiorite de Bignan (pour les échantillons de la BNCSA), les pentes ($\mathbf{M^0/M^A}$) des droites marquant une constance de l'alumine varient

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

respectivement de **1,06 à 1,28** et de **1,03 à 1,3**. Ceci suppose que la perte de masse sera respectivement de 6 % à 28 % et de 3 % à 30 % (Tabl. 22 à 29, Annexe 2).

Au cours de la déformation mylonitique, la circulation des fluides à travers le réseau de fractures a entraîné un fort départ des éléments solubles et mobiles (Na_2O : -29 à –71 %, CaO : -63 à -82 %, K_2O : -6 à –97 %, P_2O_5 : -29 à -60 %) et de MnO d'au moins –44 % ; une légère baisse de TiO_2 (-17 à –56 %), d'Al_2O_3 (-11 à -39 %) et de SiO_2 (-5 à -19 %) ; une hausse de Fe_2O_3 (+2 à +157 %) , MgO (+7 à +98 %). Certains échantillons présentent des particularités de baisse de Fe^{3+} ou de Mg^{2+} ; de hausse de P^{5+} et Ti^{4+}. Ces échantillons appartiennent tous à la BSCSA. Il ne semble pas qu'il se produise une remobilisation du magnésium et du fer comme le montrent les graphes d'isocones (échantillons de Trébihan, Kervoën, Cosqueriou-an-Eac'h).

Ce constat soutient l'idée d'un approvisionnement pour les sites littoraux sud finistériens entre Cosqueriou-an-Eac'h et La Villeneuve. Les ions Zr, Y, Cu et V ne sont pas en reste dans ce départ des éléments et sont aussi la preuve d'un milieu ouvert.

L'analyse de microstructures montre une suprématie des structures cataclastiques dans la partie Est du CSA (Branche Sud). Cette observation est cohérente avec celle de P. Jégouzo (1980) sur la branche nord.

b-3- Le diagramme QAP

Le calcul des normes CIPW (Tabl. 19, 20 et 21) permet d'observer une origine essentiellement granitique. Certains échantillons ont une composition de granitoïde riche en quartz, notamment les roches présentant un fort départ d'alcalins et alcalino-terreux (Creac'h Miné Vihan, Gourlizon, Kerboudou et Cosqueriou-st-Cado). La composition minéralogique normative du granodiorite de Bignan est très variable qui la rapproche à la fois d'un monzonite et d'un monzogranite (Fig. 30).

Au sein des carrières de Guilligomarc'h et de Kerigo, la composition granodioritique est confirmée par la projection des proportions normatives QAP au sein du diagramme de Streickeisen (Fig. 30). Ce qui rejoint les conclusions de P. Jegouzo et A. Rosello (1988). A l'inverse, l'échantillon provenant de la carrière de Quinipily s'insère dans une composition monzogranitique (proche des limites des classes imposées). L'origine des ultramylonites sombres de cette carrière est à rapprocher de celle des carrières de Guilligomarc'h et de Quinipily. Toutes ces carrières sont situées le long la branche nord du Cisaillement Sud Armoricain, tout comme les sites archéologiques de Creac'h Miné Vihan et de Kerboudou.

Les échantillons d'ultramylonites et cataclasites récoltés dans la carrière de Kermingu (BNCSA) montrent une composition chimique similaire à celle des granites à deux micas affleurants de la dite carrière. Leur couleur sombre (gris sombre) reste différente de celle des ultramylonites de la BSCSA. Si les profils isocones permettent de supposer que le protolithe de type granite à deux micas, l'idée d'une provenance granodioritique ne peut être écartée.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

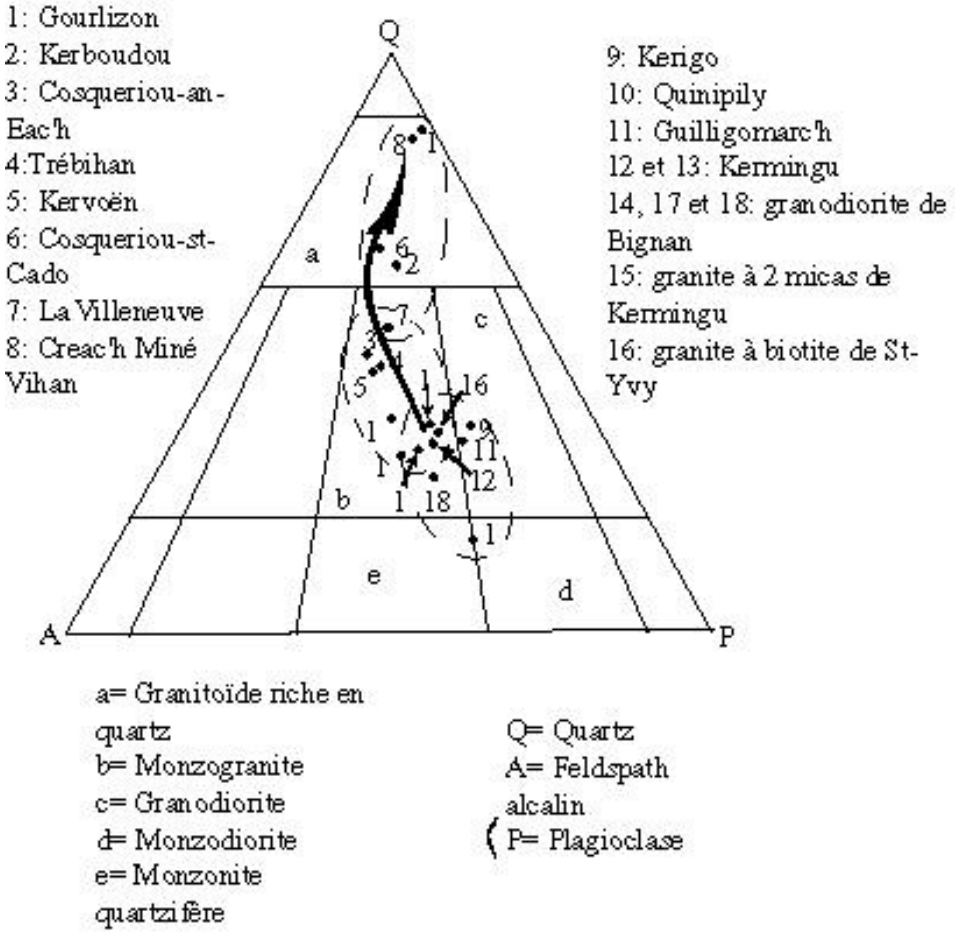


Fig. 30. Classification des ultramylonites, cataclasites et protolithes des Branches Nord et Sud du Cisaillement Sud Armoricain.

5-2-1-4- Conclusion

Les ultramylonites sombres de la branche sud du Cisaillement Sud Armoricain contrairement à celui de leurs homologues de la branche nord (provenant d'un granite à deux micas ou de la granodiorite de Bignan) semblent avoir pour probable protolithe, un granite à biotite à tendance granodioritique. L'extension décamétrique à pluri-hectométrique ou kilométrique de cette roche en fait un matériau rare qui pourrait expliquer la difficulté à retrouver les affleurements de roches déformées qui en résulteraient. Une différence très notable existe entre les différentes zones d'affleurements qui se regroupent en deux grandes classes bien distinctes :

- la première classe regroupe les échantillons archéologiques (Creac'h Miné Vihan, Kerboudou) et affleurements situés dans la partie ouest de la BNCSA. Leur origine intermédiaire entre un granite et un granodiorite est confirmée et ces derniers présentent un métasomatisme fort. La puissance de l'altération est similaire à celle de certaines ultramylonites dérivant de la granodiorite de Bignan et affleurant au sein des carrières de Kerigo et Guilligomarc'h et Quinipily.

- la seconde classe regroupe les échantillons de la BSCSA (La Villeneuve, Cosqueriou an Eac'h) et les sites archéologiques du Mésolithique actuellement situés sur le littoral (Kervoën). Ceci est la preuve que les échantillons d'ultramylonites rencontrées au sein

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

des ensembles lithiques du littoral sud finistérien proviennent de la partie de la BSCSA comprise entre les sites de La Villeneuve et de Cosqueriou-an-Eac'h. L'analyse des microstructures et du départ des éléments chimiques confirment cette hypothèse. L'altération syn-déformation est moins importante ici qu'au niveau de la BNCSA.

Tabl. 19. Proportions des phases Q, A et P calculées à partir des normes

	Goulizon	Kerboudou	Cosqueriou-an-Eac'h	Trébihan	Kervoën	Cosqueriou-st - Cado
Q	88.20	63.44	47.82	46.49	45.76	65.08
A	1.14	18.76	29.61	28.23	28.62	21.16
P	10.65	17.79	22.57	25.27	25.62	13.76

Tabl. 20. Proportions des phases Q, A et P calculées à partir des normes

	La Villeneuve	Creac'h Miné Vihan	Kerigo	Quinipily	Guilligomarc'h	Kermingu ultramylonites
Q	51.96	85.87	34.79	33.57	29.91	33.53
A	25.21	1.018	18.91	28.72	25.05	27.04
P	22.82	13.11	46.30	37.71	45.04	39.42

Tabl. 21. Proportions des phases Q, A et P calculées à partir des normes

	Kermingu cataclasites	Bignan granodiorite	Kermingu granite à 2 micas	Granite de St-Yvy	Granodiorite Bignan (Jégouzo et Rosello, 1988)	Bignan granodiorite (moyenne de 2 analyses)
Q	32.39	16.63	36.97	33.29	30.77	23.91
A	31.98	28.34	31.10	27.61	31.17	29.80
P	35.63	55.03	31.93	39.10	38.05	46.30

5-2-2- Au sein du Cisaillement Nord Armoricain (CNA)

Les cataclasites affleurant au sein du cisaillement nord armoricain ont été baptisées cataclasites de Mikaël car cette roche a été reconnu pour la première fois sur le site mésolithique final de Mikaël (Plogonven).

Les échantillons ont été prélevés sur le site archéologique de Mikaël (Plogonven) et au sein des blocs épars des champs autour du Lieu-dit Le Cosquer dans la même commune. Ces localités sont situées en plein sur les orthogneiss anté-hercyniens à composition granitique à monzonitique de Plougonven. Au lieu-dit le Cosquer, ces cataclasites longent un cours d'eau au milieu duquel affleurent de nombreux blocs de quartz filonien non répertoriés sur la carte géologique au 50 000ème de Morlaix (Chantraine et *al*., 1981) (Fig. 53). Ces filons de quartz sont cependant répertoriés à divers endroits dans la région, et leur direction suit généralement celle du réseau de fractures de direction N 130° E et N 160° E surtout visibles dans les granitoïdes et les orthogneiss.

De part et d'autre du CNA, à l'ouest de le Cosquer, le faciès de déformation est du type mylonitique alors qu'à l'est, on passe de faciès de cataclase modérée à des faciès de cataclase

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

intense. La cataclase intense est notée uniquement au sein des orthogneiss traversés par un réseau de filons intense et sur lesquels se développent par altération hydrothermale, une arénisation intense et profonde. Cette altération hydrothermale conduit à une kaolinisation plus intense au niveau des épontes des puissants filons de quartz encaissés.

5-2-2-1- Analyse minéralogique et structurale

Les cataclasites du Cisaillement Nord Armoricain exploitées au cours du Mésolithique breton présentent une minéralogie variée. La matrice est formée de quartz monocristallins xénomorphes dont la taille varie autour du micromètre, de feldspath microcline, de biotite (0,2 µm à 4 µm), de muscovite (5 µm à 20 µm), chlorite secondaire, et de nombreux minéraux opaques (Planche 13).

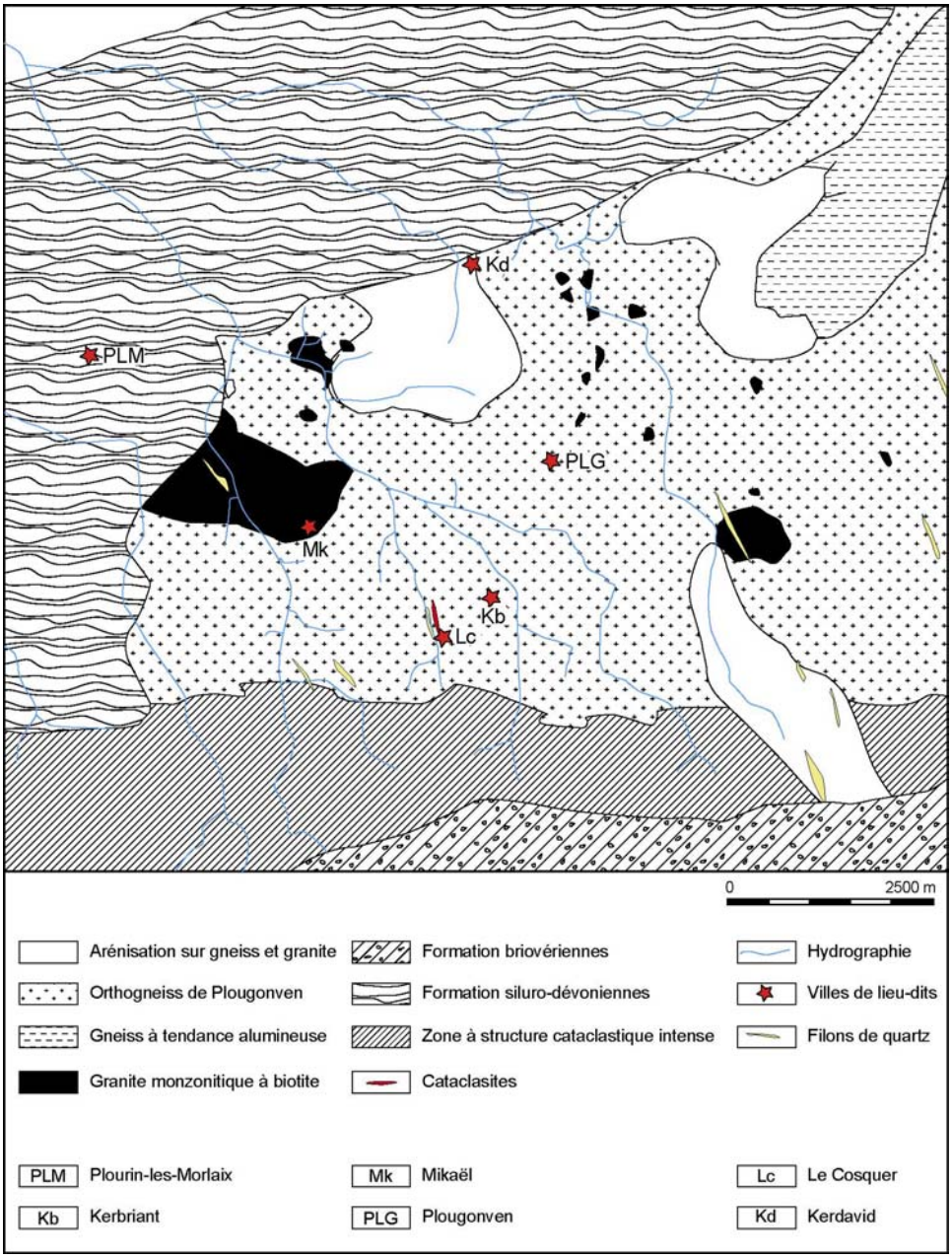
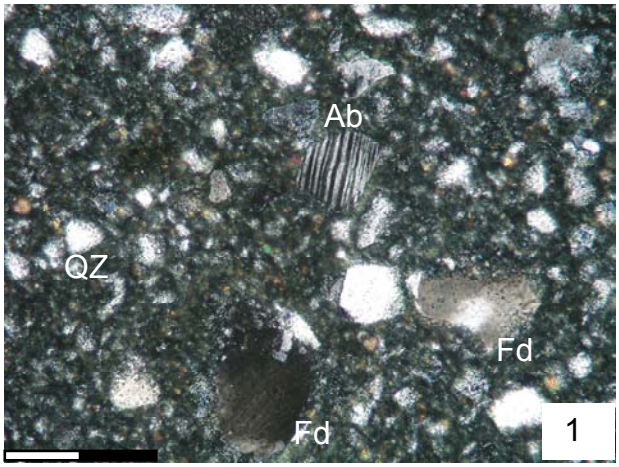
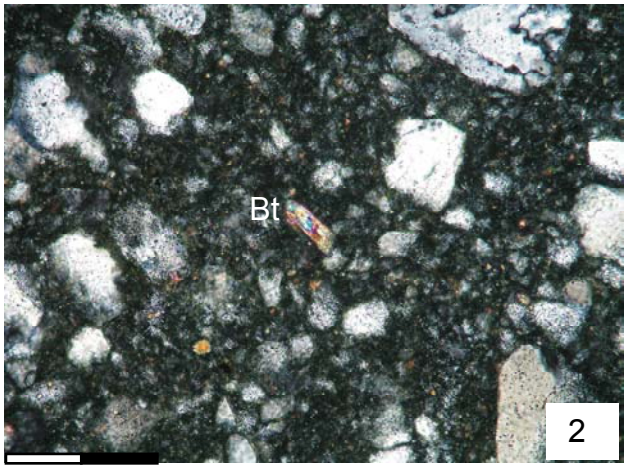
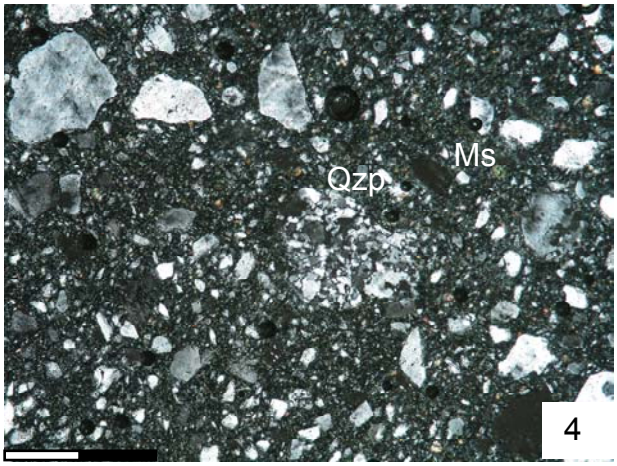


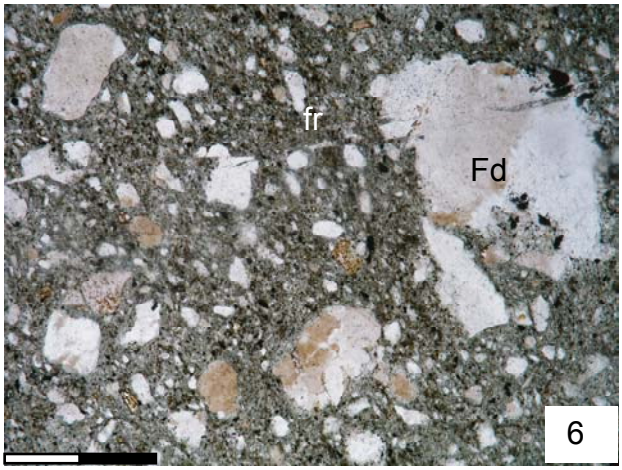
Fig. 53. Carte géologique simplifiée de la région de Plougonven.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010









tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Planche 13. Catacaclasites dits de Mikaël

Fig. 1. Le Cosquer (LP)
Cataclasites contenant de nombreux quartz (Qz), des plagioclases maclé albite (Ab), des feldspaths microcline (Fd) qui se granulent, de nombreuses petites biotite et muscovite..
Trait : 100 µm.

Fig. 2. Le Cosquer (LP)
Petite biotite (Bt) au sein des cataclasites.
Trait : 100 µm.

Fig. 3. Le Cosquer (LP)
Cataclasite à fragments de minéraux peu dense.
Trait : 200 µm.

Fig. 4. Le Cosquer (LP)
Cataclasite à quartz polycristallin (Qzp) et muscovite (Ms)
Trait : 200 µm.

Fig. 5. Le Cosquer (LN)
Cataclasite à quartz polycristallin étiré (Qzp et Qze). Les reliques de la foliation gneissique (fo) originelle sont dessinées par les oxydes.
Trait : 200 µm.

Fig. 6. Le Cosquer (LN)
Feldspath fracturé par de nombreuses microfractures (fr).
Trait : 200 µm.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les éléments figurés ont une taille variant de 100 µm à 400 µm. Ce sont des cristaux sub-automorphes à automorphes, monocristallins ou polycristallins de quartz, de feldspath orthose et microcline, de plagioclase à macle polysynthétique albite et de biotite. Quelques filons leucocrates traversent obliquement l'ensemble de la roche et cisaillent les feldspaths de manière dextre ou sénestre.

Les minéraux opaques dessinent parfois une foliation plus ou moins plissée et peu marquée (Planche 13, Fig. 5). Cette foliation peu marquée ou confuse et la présence de feldspath orthose et microcline nous laisse penser que le protolithe des cataclasites pourrait être un gneiss. La structure de la roche est presque invariable. Les seules variations semblent être la densité des filons leucocrates et des phénocristaux.

L'orthogneiss de Plougonven (granito-monzonitique) pourrait être le protolithe de ces cataclasites. C'est une roche quartzo-feldspathique sombre à structure rubanée à oeillée. Cette roche est un blastomylonite où tous les degrés de l'orthogneissification sont observables. On passe alors d'une structure en mortier (grands cristaux ou îlots de roche à peu près intacts inclus dans une matrice de débris de cristaux) à une structure amygdalaire à mesure que les grands cristaux de feldspaths (plagioclase anorthite An 20) s'étirent et s'orientent, que le feldspath potassique se granule et que le quartz se lamine.

5-2-2-2- Analyse géochimique

Afin de vérifier si l'orthogneiss de Plougonven est le véritable protolithe, nous avons réalisé une analyse géochimique sur un échantillon provenant du site de Mikaël et comparé les résultats aux analyses géochimiques effectuées par le B.R.G.M. lors de l'établissement de la carte géologique de Morlaix au 1/50 000 (Chantraine, 1981).

Les pertes au feu élevées dans le cas des cataclasites témoignent du départ de certains éléments chimiques. La valeur du rapport Al/(Na + Ca + K) est de 1,83 pour l'orthogneiss de Plougonven et de 1,77 pour la cataclasite (Tabl. 30 et 31). Ceci montre un léger enrichissement en alcalins ou alcalino-terreux. La somme Fe+Mg+Ti (Tabl. 32) montre un appauvrissement en ferromagnésiens au sein des cataclasites. Le taux de potassium augmente tandis que le sodium et le calcium décroissent (Tabl. 30 et 31). On note également un enrichissement en SiO_2.
Si les résultats de l'échantillon 332 de l'orthogneiss de Plougonven sont peoches de ceux de l'échantillon de cataclasites analysé, il reste difficile de conclure de manière absolue que l'orthogneiss de Plougonven est le protolithe des cataclasites de Mikaël. Le nombre limité d'affleurements de cette cataclasite connus actuellement (uniquement l'affleurement du Cosquer) et le nombre limité d'échantillons analysés sont un frein à notre discussion.

5-2-2-3- Conclusion

La roche affleurant au Cosquer et exploitée au Mésolithique final sur le site de Mikaël est une cataclasite dont l'origine gneissique n'est pas absolue. La restriction de l'affleurement du Cosquer pourrait expliquer en partie sa faible exportation et exploitation au cours du Mésolithique final. La structure de la roche varie essentiellement en fonction de la densité des phénocristaux.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 30. Analyses géochimiques des orthogneiss de Plougonven (numéros, données B.R.G.M ; Chantraine 1980).

	288	296	310	315	318	323	332
SiO_2	65,4	67,6	67,4	65,8	67,8	65,4	71,7
Al_2O_3	16,2	16,84	15,6	15,9	15,5	15,8	15,2
Fe_2O_3	4,87	1,89	4,22	4,56	4,05	4,5	1,38
MgO	2,25	1,27	1,77	2	1,65	2,1	0,45
CaO	1,68	2,8	1,78	1,75	1,5	2,52	1,19
Na_2O	3,04	5,88	2,9	3,06	2,88	3,24	3,92
K_2O	3,44	1,25	3,7	3,38	3,46	3,5	4,5
TiO_2	0,7	0,77	0,67	0,7	0,63	0,64	0,26
P_2O_5	0,2	0,21	0,22	0,2	0,22	0,21	0,16
MnO	0,05	0,01	0,05	0,05	0,04	0,05	0,01
H_2O	1,5	0,91	1,6	1,66	1,7	1,16	0,2
Total	99,33	99,43	99,91	99,06	99,43	99,12	98,97

Tabl. 31. Analyses géochimiques des cataclasites de Mikaël et des orthogneiss de Plougonven (numéros et moyenne, données B.R.G.M ; Chantraine 1981).

	345	349	374	379	Moyenne	MiKaël (1 échantillon)
SiO_2	65,8	69	65,8	64,6	**66,94**	**72,46**
Al_2O_3	15,7	15,8	15,8	16,4	**15,88**	**14,17**
Fe_2O_3	4,69	3,21	4,57	5,14	**3,92**	**1,69**
MgO	2,15	1,32	2,15	2,52	**1,78**	**0,43**
CaO	1,92	1,12	1,92	2,62	**1,89**	**0,92**
Na_2O	3,3	3,6	3,08	3,5	**3,49**	**3,08**
K_2O	3,26	3,06	3,46	3,1	**3,28**	**3,97**
TiO_2	0,72	0,54	0,68	0,77	**0,64**	**0,26**
P_2O_5	0,19	0,26	0,18	0,28	**0,21**	**0,15**
MnO	0,06	0,03	0,05	0,05	**0,04**	**0**
H_2O	1,46	1,83	1,45	1,22	**1,33**	**3,28**
Total	99,25	99,77	99,14	100,2	**99,42**	**100,41**

Tabl. 32. Coordonnées de projection du diagramme de H. de la Roche pour les cataclasites de Mikaël et l'orthogneiss de Plougonven

	MiKael	Plougonven
Al/(Ca+Na+K)	1,77	1,83
Si/3-(K+Na+2/3CA)	16,49	14,27
Fe+Mg+Ti	1,86	5,05
K-(Na+Ca)	-0,03	-2,09

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

6- Géologie des quartzo-phyllades nord armoricaines (microquartzites de la Forest-Landerneau)

6-1- Localisation

Ce sont des « quarzites » arenigiens primitivement discordants et conservés dans des synclinaux pincés (Chauris et Hallégouët, 1973). Cartographiés pour la première fois par C. Barrois (1902, 1905), ils ont été premièrement attribués soit au Briovérien ou l'Arenig, soit au Dévono-Carbonifère (Milon, 1928 ; Pruvost et *al*., 1943). Ces « quarzites » forment deux grands ensembles (Fig. 54). D'ouest en est, on distingue :

- Un premier ensemble formé par de fins lambeaux intercalés dans les gneiss. Ils sont fréquemment très cristallins, séricitiques avec un délitage en plaquettes. Plus à l'ouest de Brest, ils s'observent sous forme de banc à Poul-ar-Horet, Kérabomès, la Presqu'île de Creac'h Meur, à Saint-Marzin et au moulin de Goazel (près de le pointe de Saint-Mathieu).

- Le second ensemble situé uniquement à l'est de Brest (Fig. 54) est plus important que le précédent. Il se présente sous forme de chicots blanchâtres très résistants, très purs (orthoquartzites). Les faciès micro-conglomératiques observés en certains points (Le Crann et Keradoret) sont constitués de petits galets quartzeux.

6-2- Caractérisation pétrographique et structurale

Comme nous l'avons dit précédemment, les quartzites arénigiens sont des orthoquartzites très purs. Ils sont essentiellement composés de quartz sous la forme de microquartz, de mégaquartz (fragments de roche) et de calcédoine.

- Les microquartz : ils constituent tout ou une partie de la matrice. Cette matrice microcristalline est parfois absente ou répartie de manière irrégulière dans la roche. leur taille est de l'ordre de quelques microns.

- Les fragments de roche : ils se présentent sous la forme de mégaquartz de 400 µm à 1500 µm, à extinction roulante ou non, et se répartissent en couches ou feuillets plus ou moins épais. Les formes minérales ont par moments des bords irréguliers et sinueux traduisant une compaction par pression des sédiments originels et qui rappelle la structure d'un grès. Ces mégaquartz sont constitués de cristaux de dimensions moyennes soudés entre eux par un ciment de quartz microcristallin. la superposition de tous ces éléments grossiers consolidés par une matrice de microquartz leur confère un faciès macroscopique dit micro-conglomératique. Ils dessinent également une déformation cisaillante dextre avec des joints remplis de microquartz.

- La calcédoine : elle s'observe soit dans la matrice, au contact de microquartz de taille sensiblement égale à 15 µm. Elle est le produit de la transformation de ces microquartz au cours de la déformation

- Le zircon et la séricite apparaissent sporadiquement.

- On observe par moments à fort grossissement des formes ovalaires de brachiopodes. La partie interne est remplie de microquartz tandis que l'enveloppe est micritique.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

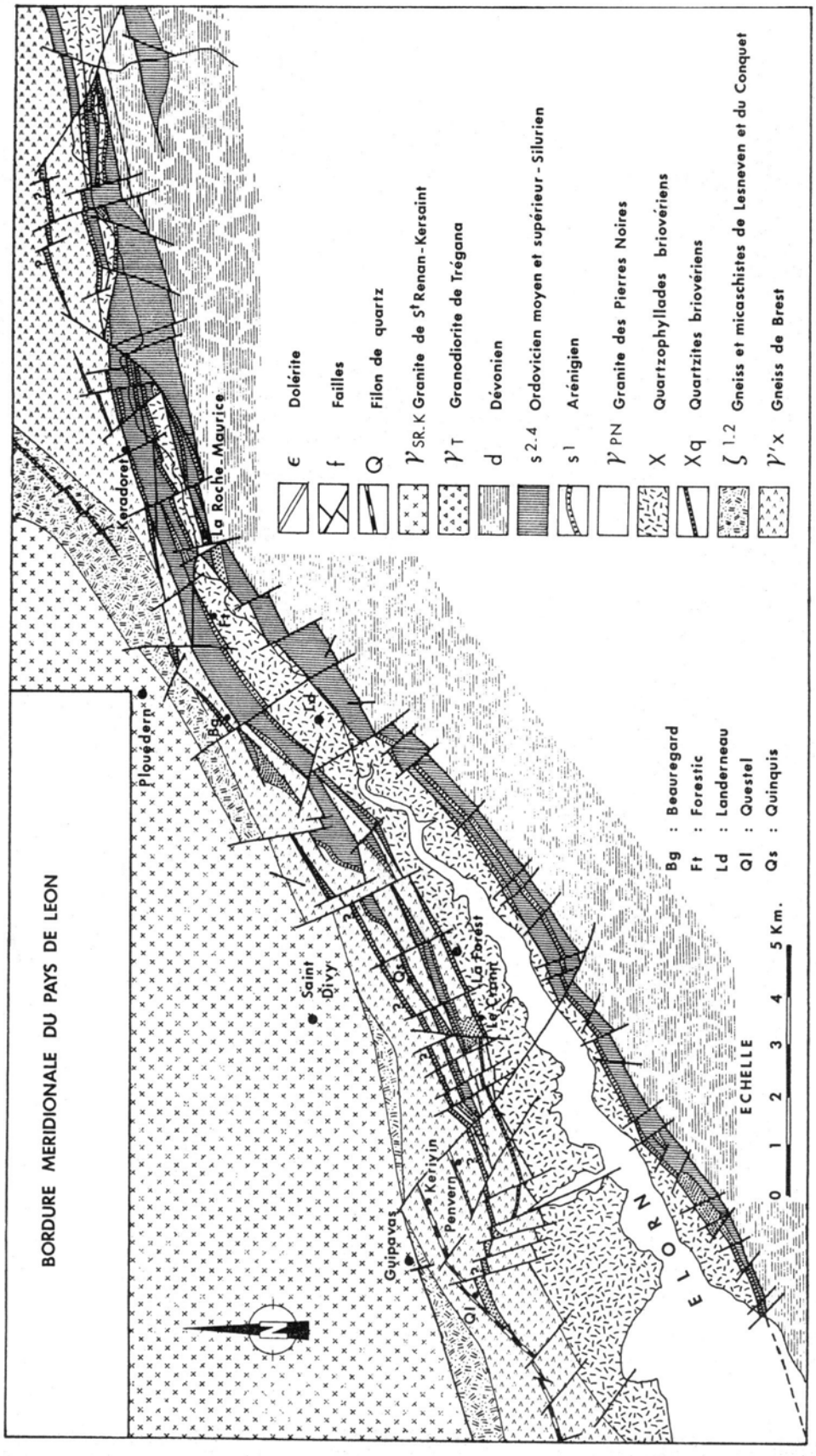
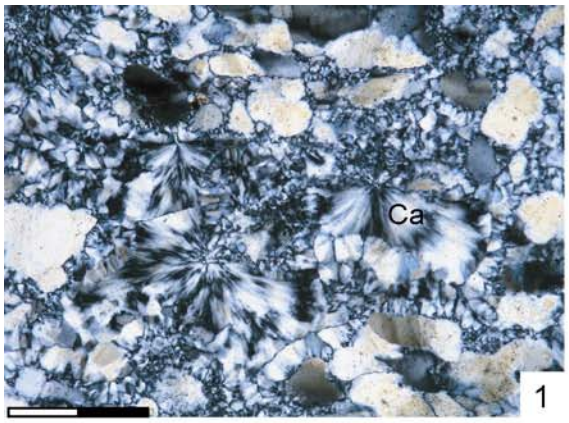
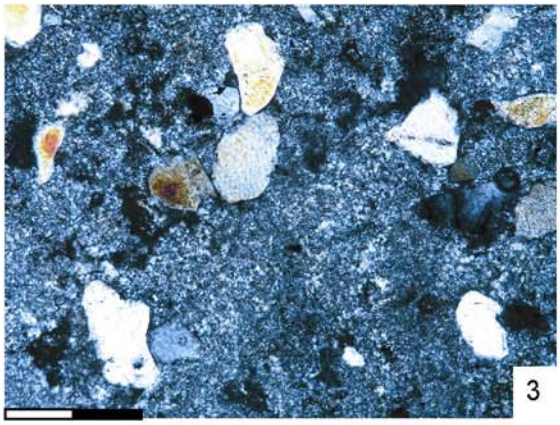
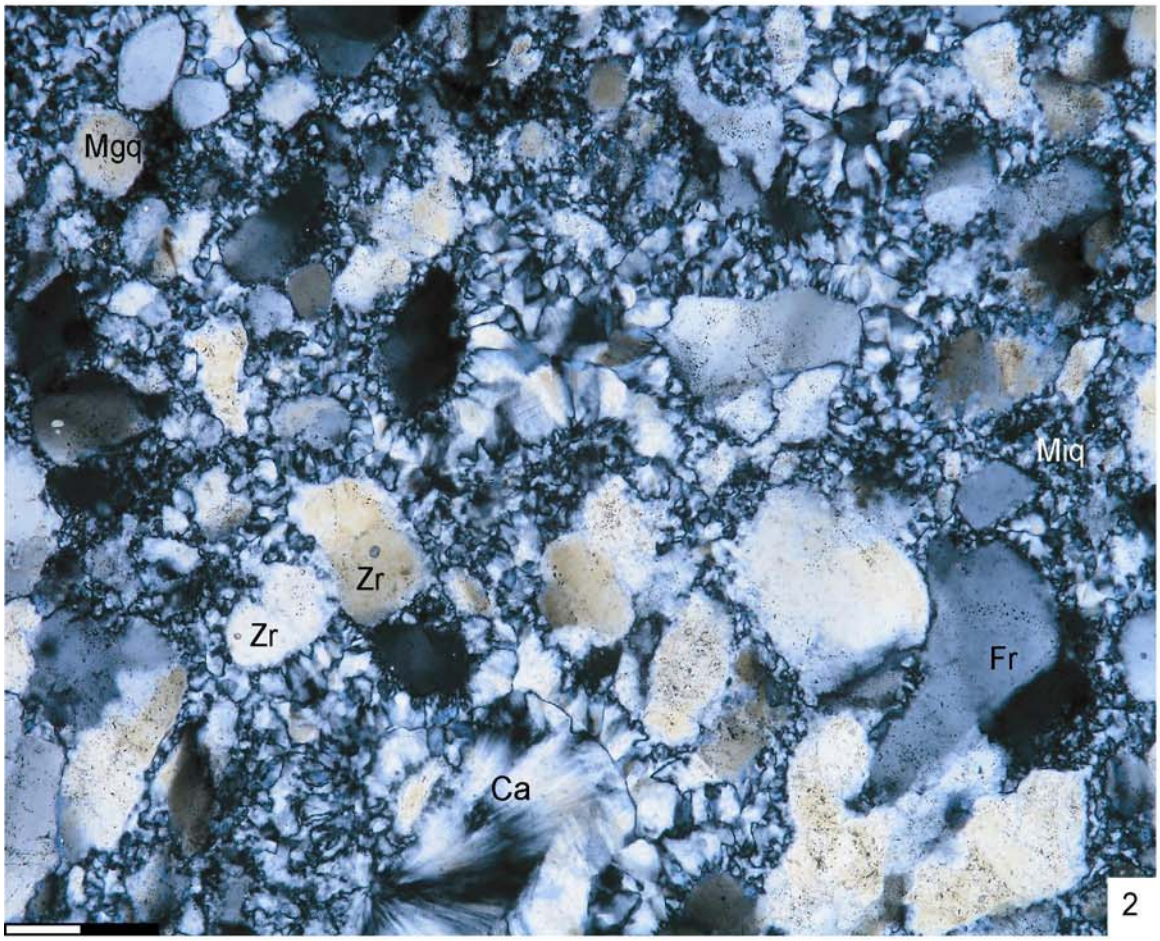
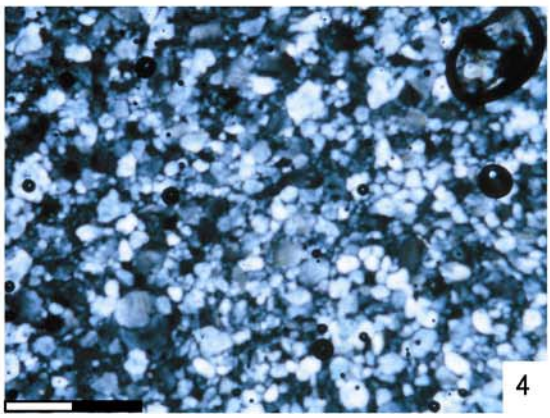


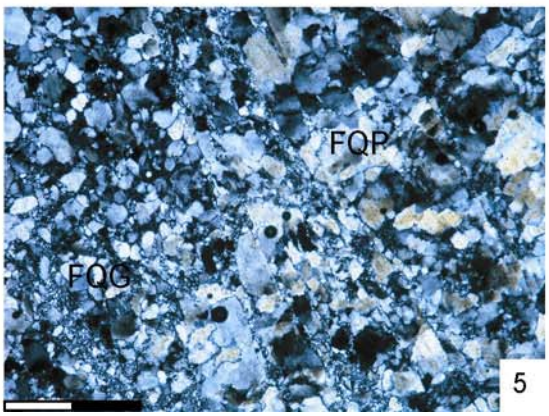
Fig. 5.4 Carte géologique simplifiée de la bordure méridionale du Léon (d'après Chauris et Hallégouët, 1973)











tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Planche 14. Microquartzites orthodérivés du Crann

Fig. 1. Le Crann (LP)
Faciès calcédonieux (**FC**) :calcédoine (Ca) et quelques fragments quartzeux (mégaquartz).
Trait : 200 µm.

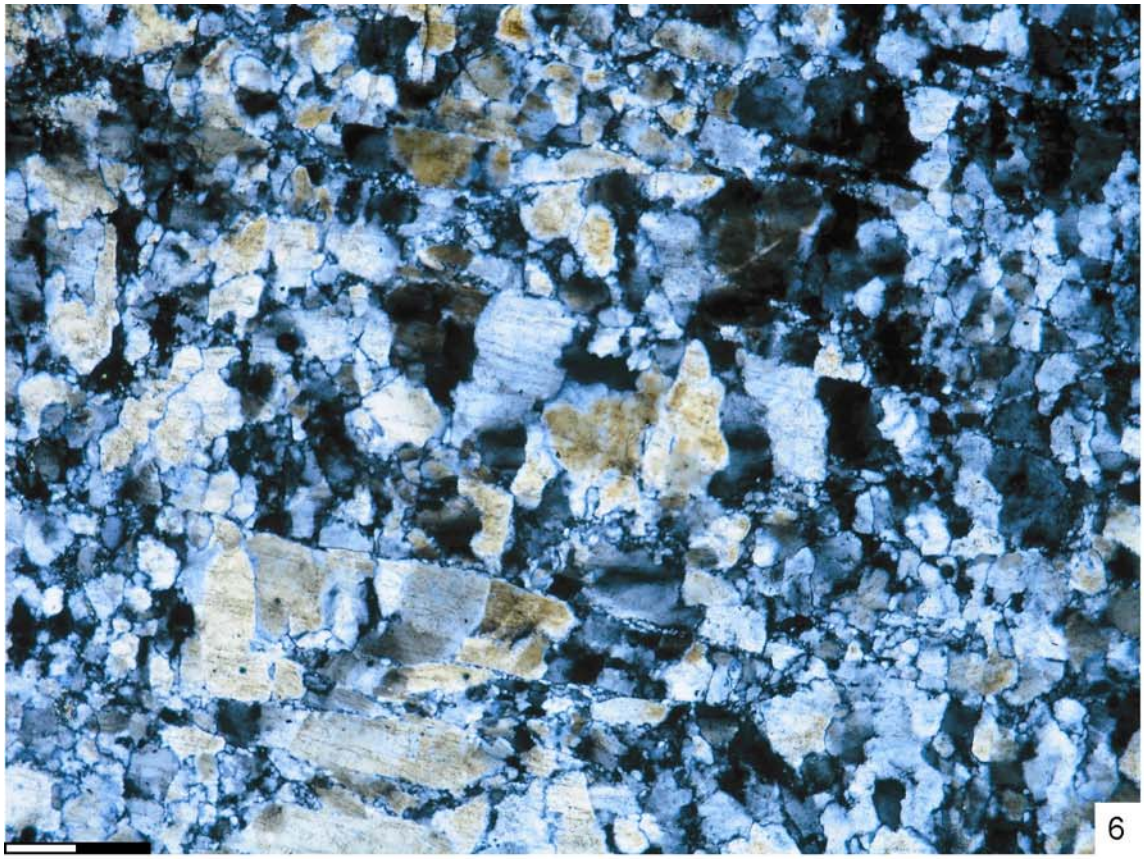
Fig. 2. Le Crann (LP)
Faciès calcédonio-quartzitique (**FCQ**) : calcédonieuse (Ca) et microquartz (Miq) matriciels, quelques mégaquaquartz (Mgq) remplis de zircon (Zr) et fragments de roche (Fr).
Trait : 200 µm.

Fig. 3. Le Crann (LP)
Faciès quartzitique très fin (**FQTF**) à microquartz micrométrique et rares fragments de mégaquartz subanguleux ou subarrondis.
Trait : 500 µm.

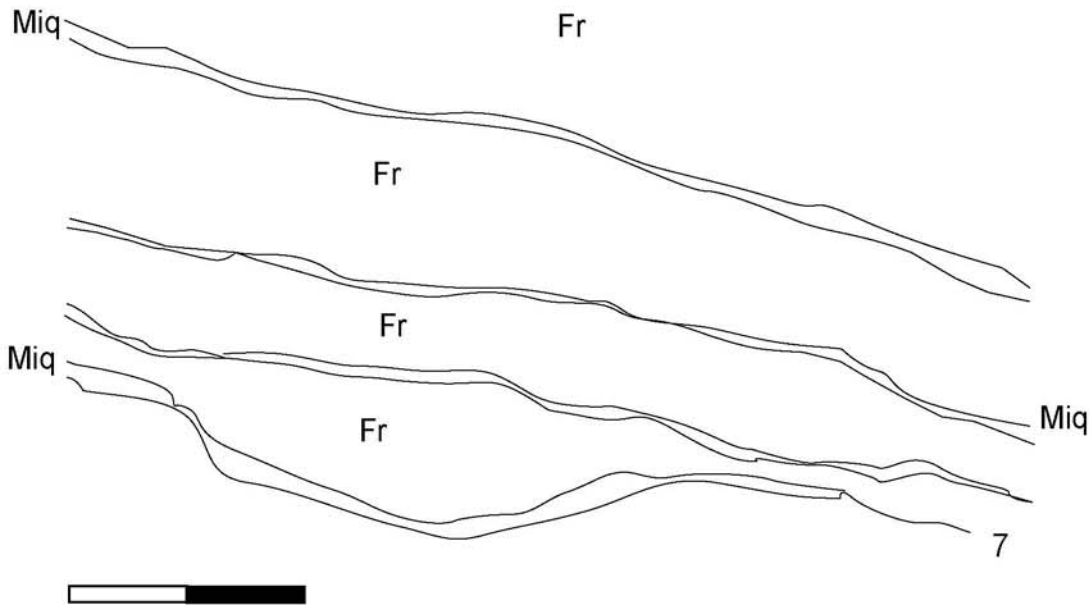
Fig. 4. Le Crann (LP)
Faciès quartzitique fin (**FQF**) à grossier (**FQG**).
Trait : 200 µm.

Fig. 5. Le Crann (LP)
Faciès quartzo-phylliteux (**FQP**) à quartzitique fin ou grossier (**FQF ou FQG**).
Trait : 500 µm.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010



6



tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Planche 15. Microquartzites orthodérivés du Crann

Fig. 1. Le Crann (LP)
Faciès quartzo-phylliteux (**FQP**) : feuillets quartziques orientés. La structure est composée de bandes de fragments quartzeux superposés et séparées par de fines bandes de microquartz. Ces microquartz globuleux dérivent de la recristallisation de la silice au cours du cisaillement.
Trait : 500 µm.

Fig. 2. Le Crann (LP)
Schéma d'une structure de quartzo-phyllade : superposition de bandes de fragments quartzeux (Fr) et de microquartz (Miq) globuleux.
Trait : 500 µm.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Selon la densité de ces formes cristallines de la silice et de leur superposition, on distingue six grands microfaciès :

- Un faciès calcédonieux (**FC**) (Planche 14, Fig. 1) marqué par une forte proportion de matrice de calcédoine et quelques fragments quartzeux (mégaquartz). Cette phase calcédonieuse marque une forte transformation des microquartz matriciels.

- Un faciès calcédonio-quartzitique (**FCQ**) (Planche 14, Fig. 2) au sein duquel la phase calcédonieuse matricielle ou des joints de grains est présente. Cependant les microquartz constituent la majorité de la phase matricielle.

- Un faciès quartzitique très fin (**FQTF**) au sein du quel la les microquartz ont une taille micrométrique et constituent la matrice au sein de la quelle baignent quelques fragments de mégaquartz subanguleux ou subarrondis (Planche 14, Fig. 3).

- Un faciès quartzitique fin (**FQF**) (Planche 14, Fig. 4) ou grossier (**FQG**) pour lesquels la phase matricielle est absente ou irrégulière.

- Un faciès quartzo-phylliteux (**FQP**) à quartzitique fin ou grossier (**FQF ou FQG**) (Planche 14, Fig. 5).

- Un faciès quartzo-phylliteux (**FQP**) (Planche 15, Fig. 6 et 7). Il s'agit du faciès le plus abondant. Il se présente sous la forme de feuillets quartziques orientés. La structure est composée de couches de fragments quartzeux superposés et séparées par de fines couches de microquartz. Ces microquartz globuleux dérivent de la recristallisation de la silice au cours du cisaillement.

La superposition de tous ces faciès est très fréquente au sein de l'affleurement. En effet, les lames minces (Planche 14, Fig. 4 et 5) montrent assez bien la continuité des microstructures métamorphiques (feuillets) et des fragments de roches. L'affleurement du Crann constitue, sans doute l'une des exploitations majeures de microquartzites, notamment pour le site mésolithique de Cobalan, situé dans la même commune.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

QUATRIEME PARTIE

ANALYSE DE

QUELQUES ASSEMBLAGES LITHIQUES

DU MESOLITHIQUE RECENT ET FINAL ET DU NEOLITHIQUE ANCIEN DE L'OUEST DE LA FRANCE

1- Le Mésolithique récent et final dans l'Ouest de la France

1-1- Le Téviécien en Bretagne

Afin d'aborder l'étude technologique comparée des collections réalisées sur différents matériaux lithiques en Bretagne, nous avons choisi de travailler sur les sites d'utilisation majeurs. Il sera donc question ici pour nous d'effectuer une lecture assez complète de collections soit de surface, soit de planigraphie comportant une préférence significative dans l'exploitation de matériaux dits de « substitution ». Ces études devraient être comparées les unes aux autres afin d'évaluer les buts du débitage, les techniques et les méthodes employées.

1-1-1-Le site de Creac'h Miné Vihan (Saint-Thurien, Finistère)

1-1-1-1- Situation et description du site

Ce site fait partie de l'entité culturelle du Téviecien et se trouve être un lieu majeur d'exploitation d'ultramylonite/cataclasite en Bretagne. Il se trouve sur un replat dans une zone très accidentée avant érosion, le long de la Zone de Cisaillement Sud Armoricain (ZCSA) (Fig. 55). La collection étudiée a été obtenue par planigraphie en 1995 lors d'un séminaire de terrain organisé par P. Gouletquer.

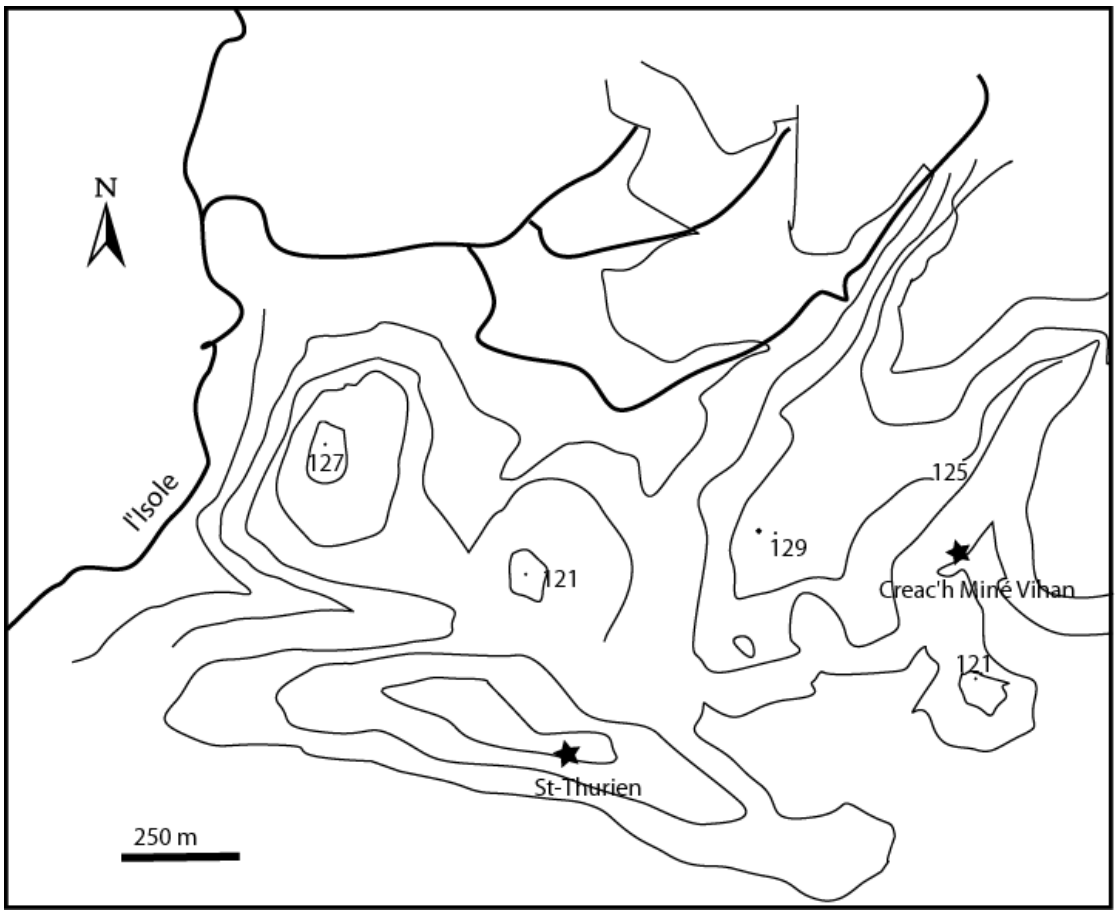


Fig. 55. Localisation du site Mésolithique final de Creac'h Miné Vihan.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-1-1-2- Nature de la collection- problématique et limites

La planigraphie réalisée en 1995 sur près de 14,3 m^2 comporte un point faible dans sa réalisation. Le maillage de la zone prospectée se trouve avoir été mal réalisé selon les dits même du superviseur des prospections P. Gouletquer du fait de la pente très forte du site, des distorsions de surface et de distribution que cela générerait. Grâce au marquage des pièces, nous avons décompté 24 carrés. Il nous sera donc difficile d'effectuer une bonne étude spatiale de la collection. Cependant les pièces sont concentrées (892 pièces, soit 76 % de la collection) sur près de 6 m^2 (Fig. 57 (c)). La dispersion des pièces en ultramylonite, cataclasite ou silex est identique (Fig. 57 (a) et (b)) Constituée en grande partie d'ultramylonite, de cataclasite et de silex, la collection de planigraphie comprend aussi en très faibles quantités du phtanite, du grès éocène, du quarzite et quartz, des gneiss et du calcaire (Tabl. 33).

	Ultramy-lonite/ Catacla-site	Silex	Phtanite	Grès éocène	Quarzite/ Quartz	gneiss	calcaire	**Total**
Débitage brut	597	470	9	6	5	0	0	1087
Outillage	65	20	0	0	0	0	0	85
Percuteur	0	0	0	0	0	1	0	1
Indéterminé	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	662	490	9	6	5	1	1	1174
Pourcentage	56,4%	41,7%	0,8%	0,5%	0,4%	0,1%	0,1%	100%
Esquille	8	12	0	0	0	0	0	20
Éclats thermiques	1	69	0	0	0	0	0	70

Tabl. 33. Synthèse de la collection lithique l'industrie du site de Creac'h Miné Vihan

Notons que les deux percuteurs rencontrés dans la collection sont l'un en quartz et l'autre en gneiss. La très faible quantité d'esquilles notamment pour les deux matériaux les plus représentés (en particulier l'ultramylonite/cataclasite) est à relever. La méthode d'échantillonnage sans tamisage peut être la cause de ce faible taux d'esquilles. La place des accidents thermiques est très mal appréhendée, surtout pour l'ultramylonite. Les négatifs de chauffe du silex concernent 74 pièces, soit 15%.

L'un des objectifs de cette étude étant de vérifier le déterminisme de la matière première dans le débitage, nous avons aussi observé l'agencement des négatifs d'enlèvements par rapport à la structure macroscopique de roche (liée à la microstructure). Pour cela les observations se font essentiellement à l'œil nu ou au microscope binoculaire (grossissements 2x et 4x). Les nucléus étudiés ont été choisis en tenant compte à la fois de leur aspect macroscopique et de

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

la densité des enlèvements. Ainsi, on a pu balayer toutes les gammes de structure, d'abondance ou absence d'enlèvements.
La représentativité des différents matériaux montre une certaine compétition entre l'ultramylonite/cataclasite et le silex (Fig. 56). La position du site suggérant une situation en plein cœur d'une zone déformée sud armoricaine, on s'attendrait à retrouver une très grande différence dans les pourcentages des matériaux principaux du fait de l'éloignement des cordons littoraux de silex. La différence relative d'une dizaine de pourcents peut-elle refléter une utilisation particulière des deux matériaux ?

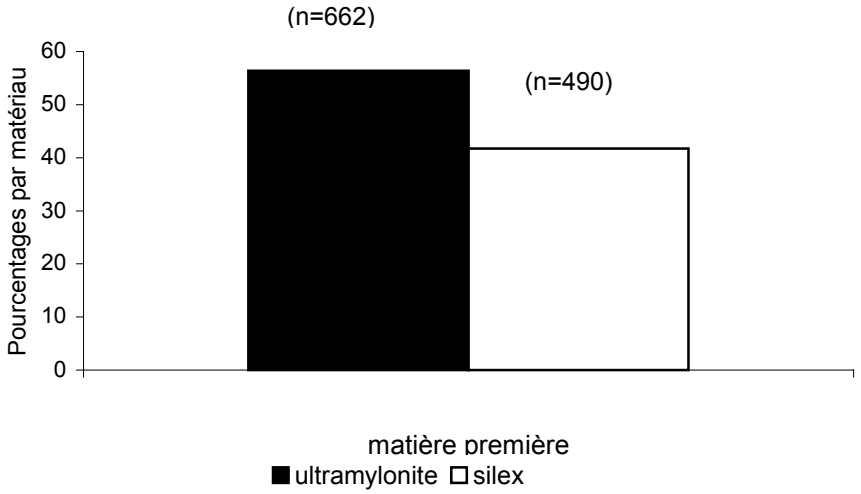


Fig. 56. Pourcentages en matériaux (débitage brut) du site de Creac'h Miné Vihan. n est le nombre de pièces

A-36	B-72	C-65	D-58	E-51
F-53	G-84	H-56	I-42	J-23
K-16	L-16	M-12	N-18	O-9
P-3	Q-4	R-1	S-10	T-10
U-3	V-6	W-4	X-2	Y-8
Z-2	AA-9			

a- Ultramylonite/cataclasite de Tréméven

A-34	B-51	C-47	D-38	E-17
F-31	G-39	H-49	I-33	J-17
K-22	L-8	M-6	N-5	O-9
P-3	Q-2	R-6	S-9	T-6
U-19	V-9	W-1	X-4	Y-1
Z-2	AA-7			

b- Silex côtier

A-70	B-126	C-114	D-95	E-63
F-150	G-124	H-105	I-75	J-40
K-33	L-24	M-19	N-22	O-33
P-6	Q-6	R-7	S-19	T-15
U-24	V-16	W-5	X-6	Y-2
Z-4	AA-16			

c- Total collection

Fig. 57. Schémas de distribution des pièces par matériaux suivant la planigraphie. Les lettres désignent les carrés et les chiffres désignent le nombre de pièces.

L'histogramme en nombre minimum d'individus (somme des pièces entières et des parties proximales observées) (Fig. 58) montre une constance pour les deux matériaux du taux d'éléments caractéristiques du débitage brut, du nombre de nucléus, d'éclats corticaux et de lamelles. Le NMI en éclats corticaux et lames pour l'ultramylonite/cataclasite est inférieur à

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

celui du silex, à l'inverse, le NMI en éclats et éclats d'aménagements est plus élevé dans le cas de l'ultramylonite/cataclasite. On note ainsi une exploitation différenciée entre les matériaux.

La production d'éclats en ultramylonite est deux fois plus élevée à cause de la nature du matériau. Ce matériau contient en effet un grand nombre d' « impuretés ». Il est par conséquent plus aisé de produire des éclats que des lames. Malgré la quantité élevée d'éclats dans l'industrie du site de Creac'h Miné Vihan (pour preuve le NMI en éclats sur silex), la production de lames semble s'être orientée vers le silex, plus homogène que l'ultramylonite/cataclasite.

La notion de rentabilité de la production a été évaluée par rapport aux proportions de produits susceptibles d'être des outils ou supports d'outils et des produits représentant les phases de décorticage, d'aménagement, d'abandon ou de fin de débitage (éclats corticaux + éclats semi-corticaux + éclats d'entame + éclats aménagements + nucléus), des déchets de taille (cassons et esquilles).
Nous avons regroupé les éclats d'entame au sein des éclats corticaux pour la simple raison qu'ils portent un cortex entier, ce qui permettra d'effectuer une étude statistique de la rentabité de la collection. Le nombre minimum d'individus (NMI) d'éclats corticaux (17en ultramylonite et 38 en silex) et d'éclats semi-corticaux (22 en ultramylonite et 19 en silex) rapporté au NMI de nucléus par matériau (24 en ultramylonite ,22 en silex) donne :

$$NMI_{moy} \text{ éclats à cortex entier (A)} = \frac{\text{NMI éclats corticaux} + (\text{NMI éclats semi-corticaux}/2)}{\text{NMI nucléus}}$$

Ultramylonite/cataclasite $A_1 = 1,6$ Silex $A_2 = 2,1$

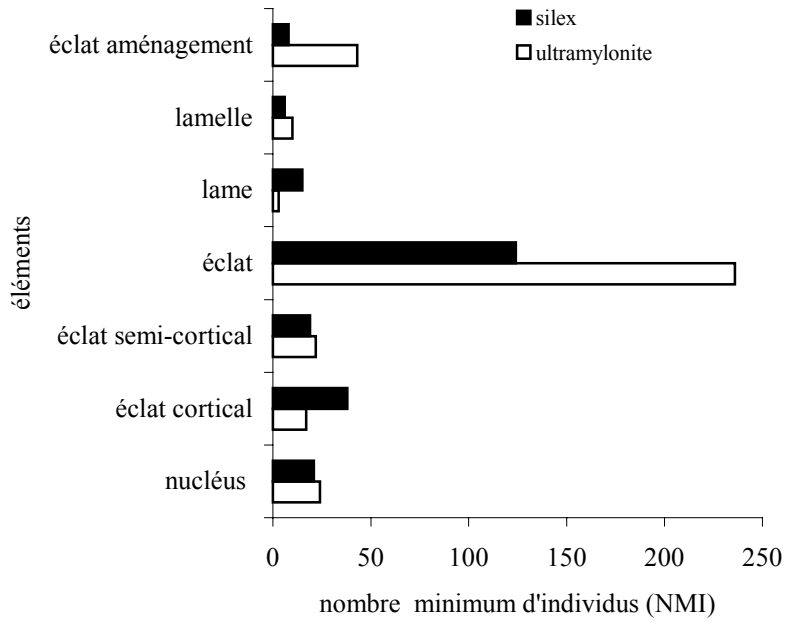


Fig. 58. Histogramme comparé en nombre minimum d'individus en silex et ultramylonite sur le site de Creac'h Miné Vihan

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Ceci revient à dire que l'on a débité en moyenne deux éclats en ultramylonite et silex présentant une partie de la surface corticale recouvrant la totalité du bloc de départ. Si l'on considère la collection comme homogène et représentatif du débitage général réalisé sur le site, l'on devrait s'attendre à observer sur les nucléus une surface corticale élevée. Les premières phases de traitement du matériau brut dans le cas de l'ultramylonite ne doivent pas être appréhendées de la même façon. En effet, l'aspect du cortex, sa dureté, son épaisseur et la forme du bloc de départ jouent un rôle important quant à la compréhension de ces premiers enlèvements. Le cortex de l'ultramylonite n'est pas assez différent de sa matrice. Il est par conséquent difficile de différencier les produits issus des premières phases du débitage. Les individus en ultramylonite et en silex ont une largeur moyenne relative de 2 cm et une longueur moyenne relative de 4 cm (ultramylonite) et 3,2 cm (silex).

La largeur et la longueur moyenne des plus grands nucléus est sensiblement de 3 cm et 3cm (ultramylonite), 3,5 cm et 3,5 cm (silex) sur les deux principales faces. On devrait s'attendre à obtenir une surface corticale théorique ($S_{c.t}$) au moins égale à 18 cm^2 (ultramylonite) et 25 cm^2 (silex) pour les faces supérieure et inférieure :

$S_{c.t} = (L_n * l_n)*2$ l_n = largeur du nucléus L_n = longueur du nucléus

Pour les éclats ceci revient à estimer une surface moyenne relative ($S_{m.r}$) de 8 cm^2 (ultramylonite) et 6,4 cm^2 (silex) pour chaque éclat à surface corticale entière :

$S_{m.r} = L_e * l_e$ L_e = longueur éclat à surface corticale entière
l_e = largeur éclat à surface corticale entière

Etant donné que l'on devrait compter deux éclats à surface corticale entière, ceci revient à dire que relativement 12,8cm^2 (ultramylonite) et 13,44 cm^2 (silex)de cortex ($S_{c.r}$)on été arrachés du bloc brut.

$S_{c.r} = A * S_{m.r}$

$S_{c.t}$ étant la surface corticale théorique du bloc de départ, elle devrait être supérieure ou égale à $S_{c.r}$ (surface totale corticale relative) : $S_{c.t} \geq S_{c.r}$

	Ultramylonite/catclasite	Silex
Sc.r	12,8	13,44
Sc.t	18	25

Tel est le cas. Ceci revient à dire que l'on devrait avoir au moins 11 % de la surface corticale présente sur un nucléus en ultramylonite et 49% pour un nucléus en silex. Notons qu'il existe un certain pourcentage de surface corticale du bloc initial que l'on n'a pas pris en compte : il s'agit des surfaces latérales gauche et droite, basale et apicale et dans le cas de l'ultramylonite du cortex non identifié. Tout le cortex représenté sur ces surfaces doit faire partir du pourcentage calculé précédemment.

Les observations faites sur certains nucléus montrent dans le cas du silex des variations d'étendu de cortex sur nucléus ou galet testé allant de 5 % à 85% de la surface externe. Les

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

nucléus en ultramylonite présentent quant à eux un cortex résiduel en général inférieure à 10% de la surface externe, sauf pour les individus à structure très bréchifiée.

Il ressort de ces hypothèses que l'on devrait surtout noter une gestion pas très économe de la matière première influencée par la taille et forme des blocs, leur anisotropie surfacique et matricielle, la volonté et le geste du tailleur. L'anisotropie défavorise en général l'ultramylonite/cataclasite (aussi certains rognons de silex à grandes inclusions de géodes et vacuoles), la taille et la forme le silex.

Notons que l'hypothèse d'un caractère homogène et entier de l'industrie est une limite à la méthode d'analyse envisagée, de même que la non prise en compte de la forme réelle des blocs dans le calcul des surfaces et le manque de remontage possible de séries d'enlèvements.

Tabl. 34. Nature et proportions des talons au sein du débitage brut du site de Creac'h Miné Vihan.

débitage brut	cortical	dièdre	lisse mince	lisse large	facetté	filiforme	punctiforme	écrasé
% UT	0,8	7,5	13,7	17	6	1,6	8,7	3,4
% SI	0,4	2,8	12	12	4,4	4,2	3,4	2,2
%total	1,2	10,3	25,7	29	10,4	5,8	12,1	5,6

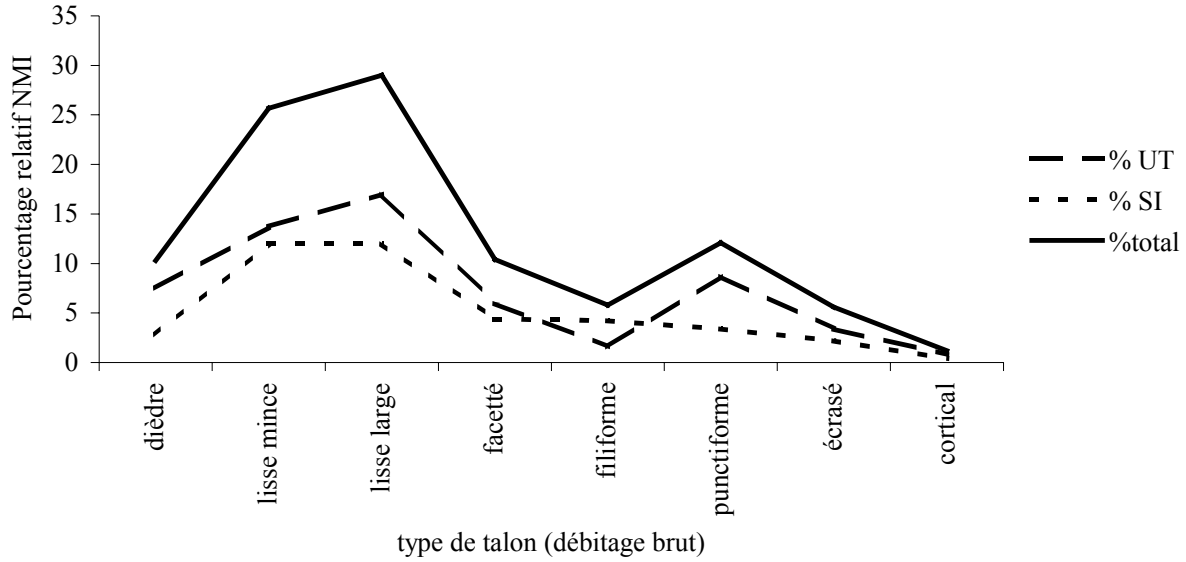


Fig. 59. Taux des différents types de talons en fonction du matériau (Creac'h Miné Vihan)

La représentation schématique comparée de la proportion des différents types de talon rencontrés dans le débitage brut (seuls les deux matériaux principaux sont pris en compte dans cette étude) (Fig. 59 et Tabl. 34) montre une dominance de talons lisses (mince et large), qui représentent à eux deux plus de 55% des individus. Les talons dièdres, facettés et

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

punctiformes constituent chacun une dizaine de pourcents. Dans des rapports différents ces différences s'observent au sein de chaque matériau, avec quelques différences notables telles que la proportion de talons filiforme et punctiforme pour le silex. En effet les courbes de pourcentages relatifs en Nombre Minimum d'Individus (NMI) suivent l'allure générale de celle de la collection entière avec quelques différences dans les talons filiformes et punctiformes pour le silex. Les taux des différents types de talon semblent influencés en grande partie par leurs proportions au des pièces en ultramylonite/cataclasite. Ceci peut-être lié au taux d'éléments de cette roche dans la collection étudiée. Il serait important de vérifier dans le cas de l'outillage si cette relation est constante entre les deux principaux matériaux.

1-1-1-3- Une chaîne opératoire intégrée

La production d'éclats est associée à celles des lames et lamelle. Ces produits s'intègrent dans un système unique où apparaissent en fonction de l'état de surface du bloc débité et de sa nature microstructurale partielle ou totale. L'analyse de cette chaîne opératoire intégrée se fera en deux grandes étapes : les phases d'aménagement et les phases de plein débitage.

a- Les phases d'aménagement et d'entretien du débitage : Techniques et Produits

On dénombre un très faible nombre d'éclats d'entame fermement identifiés (2 en silex et 4 en ultramylonite). Un galet testé en silex porte le négatif d'un seul enlèvement d'éclat d'entame, ce qui peut nous assurer qu'il en existe au moins trois en silex : Leur talon est purement cortical. La technique de percussion sur enclume est attestée pour ces éclats. Un débitage dans lequel la gestion quantitative du matériau serait supposée économe est très peu envisageable étant donné la taille parfois « anormale » de ces éclats quel que soit la forme ou les dimensions des blocs et galets bruts. La mesure de quelques individus montre à la fois que les dimensions de la tablette détachée dans le cas d'un bloc brut tabulaire sont proportionnelles. Seule la dimension épaisseur atteste d'une grande perte de matière : ceci en comparaison aux épaisseurs mesurées des éclats de plein débitage. Ce caractère de l'industrie se vérifie à la fois pour tous les matériaux.

Une comparaison des éclats d'entame avec les éclats corticaux, les éclats semi-corticaux et les éclats d'aménagement permet d'observer une diminution des épaisseurs quand on passe des premières phases de décorticage à la phase de production proprement dite. Cette variation dans les épaisseurs peut à la fois être une réponse technologique témoignant soit d'une standardisation de l'industrie, soit d'un débitage moins économe de la matière, soit de l'application de différentes techniques de débitage selon les étapes. Une interférence de ces hypothèses n'est cependant pas exclue.

Pour les éclats corticaux, les éclats semi-corticaux et les éclats d'entame, l'épaisseur élevée est sans aucun doute due à l'application d'une percussion directe au percuteur dur avec « gaspillage de matière ». La technique de la percussion directe est également attestée pour les éclats de plein débitage. La différence d'épaisseur observée serait sans doute la conséquence d'une pression de rupture douce « softly » (à l'inverse d'une pression brutale). Ceci suppose un geste plus en douceur de la part du tailleur. La validation de cette hypothèse peut aussi justifier l'aspect parfois très diffus du bulbe ou très allongé, en l'absence de découverte de percuteur de pierre tendre. Cette hypothèse contredit par la même le fait que le bloc de calcaire retrouvé sur le site serait un percuteur tendre. Les premières étapes du débitage sont aussi délibérément expéditives du fait de la présence d'un cortex (pour le silex) pouvant atteindre 3 mm d'épaisseur. Dans le cas de l'ultramylonite ou cataclasite, la notion de cortex

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

devient beaucoup plus relative du fait qu'il ne s'agit pas d'un véritable cortex, mais d'une surface d'éclatement de bloc de l'affleurement par présence de grandes diaclases ou « failles ». Le cortex ne représente donc pas une partie somme toute homogène et bien différenciée du cœur du matériau. On pourrait donc penser à une gestion de matière première un peu plus mesurée. Cependant l'anisotropie parfois très élevée de la matière annihile cette solution et devient l'hypothèse pouvant expliquer cette dichotomie observée dans la collection. Il devient alors important de constater que le travail du matériau n'est pas dû à un gaspillage délibéré de la part des hommes, mais à un traitement à quintuple volet :

- Une exploitation non raisonné de l'ultramylonite et cataclasite du fait de son abondance (masse) et de sa position géologique et géographique

- Une apparence pas très économe de l'industrie de taille du moins dans les premières étapes de fabrication du fait des contraintes structurales et texturales des matériaux (ultramylonite/cataclasite) ou morphologiques (silex)

- Cependant , l'action de taille beaucoup plus douce entraînerait pour les phases de plein débitage, l'obtention de produits beaucoup plus homogènes et moins épais, par extrapolation moins volumineux (ultramylonite/cataclasite)

- Technique de débitage que l'on pourrait qualifier de « douce » expliquant à la fois l'intention d'obtenir des éclats les plus allongés possible (ultramlylonite/cataclasite et silex) avec une composante beaucoup plus accentuée pour le silex du fait de son homogénéité matricielle

- Le désavantage des rognons de silex, de volume pas assez grand devrait entraîner la mise sur pied des stratégies d'adaptation permettant une gestion modérée, ce qui n'est pas le cas au moins pour les premiers enlèvements.

Des analyses morphométriques réalisées sur les éclats corticaux et semi-corticaux montrent que les dimensions sont constantes quelque soit le matériau.
La projection graphique (Fig. 60) des proportions relatives des talons d'éclats d'aménagements en silex et ultramylonites permet d'observer une double anomalie. Le fort pourcentage de talon facetté n'est pas en concordance avec celui des talons écrasés en ultramylonites. On peut affirmer que les facettes observées doivent être imputées à une sur-représentation des angles naturels des blocs de matières premières, de forme préférentiellement polyédrique irrégulière.

L'aménagement des blocs ne s'opère pas par micro-arrachements comme en témoigne le taux de talons facetté au sein des éclats de plein débitage.

b- Le plein débitage : Techniques et Produits

b-1- Les produits

Les éclats constituent plus de 50% du total de la collection, soit 62 % du débitage en ultramylonite et 47 % en silex. Cependant, on note une très forte proportion des fragments d'éclats (60 % des éclats en ultramylonite et 71 % des éclats en silex). Ceci suggère une probable forte sollicitation des éclats, au moins dans l'outillage commun. Est-il probable qu'il s'agisse d'accidents de taille ? Les pourcentages très élevés dans le cas du silex semble infirmer cette hypothèse, de même que l'aspect des rebroussés fréquents dans la partie distale

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

des éclats en ultramylonite. En effet, la forme courbe et concave plus ou moins prononcée des extrémités distales se distingue très bien du négatif d'une fracture anthropique postérieure d'un éclat dans le but de la production de l'outillage.

Les éclats portent parfois les traces d'enlèvements de lamelles. Ceci est la preuve que le débitage des éclats succède en partie à celui des lamelles. Le détachement de lamelles ou de lames resterait prioritaire dès qu'il en était en était possible.

Les lames et lamelles constituent respectivement 4.1 % en NMI du plein débitage du site de Creac'h Miné Vihan. Ce pourcentage est presque de trois fois supérieur à celui du site de Cobalan où le microquarzite est le matériau prédominant.

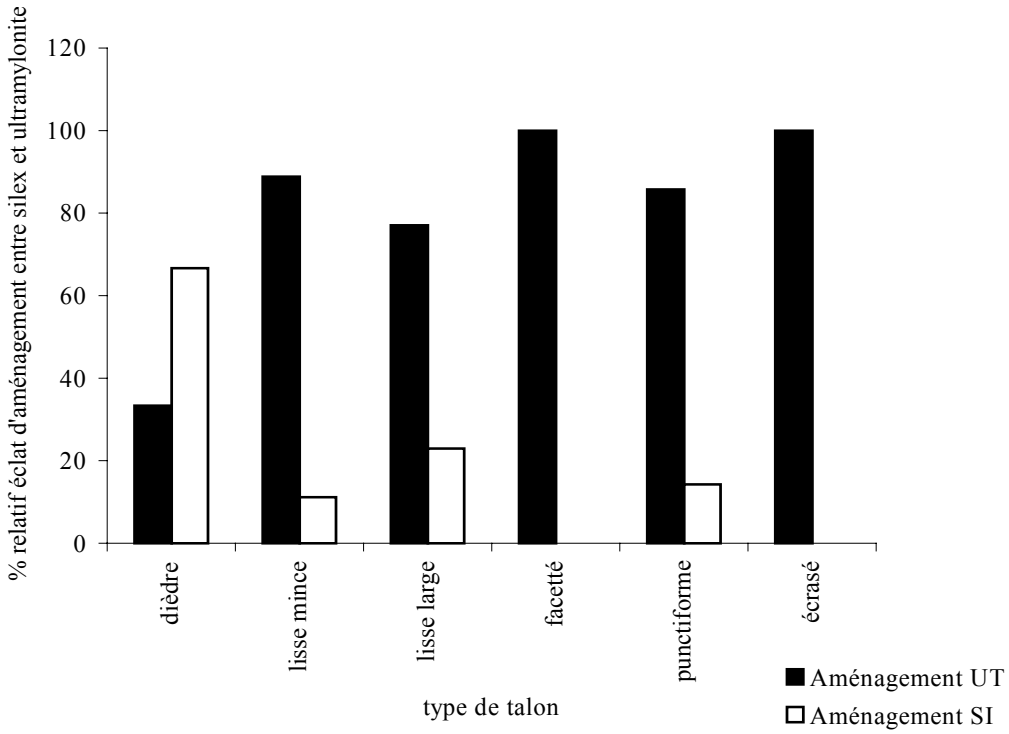


Fig. 60. Variation de la nature des talons d'éclats d'aménagement en fonction du matériau (Creac'h Miné Vihan)

b-2- Une standardisation de la production ou un choix des modules de supports d'outils ?

Il n'existe dans cette industrie aucune standardisation des dimensions des éclats. Parmi les éclats mesurés les écarts entre les valeurs extrêmes sont assez élevées. Cependant, il existe un certain rapport entre les différentes paramètres morphologiques . L'analyse de ces paramètres a pour but de faire ressortir les caractéristiques des produits « éclats » en rapport avec les techniques utilisées lors de leur confection et avec les modalités de mise en œuvre de ces techniques. La percussion directe au percuteur dur étant la seule technique proprement identifiée au sein de notre ensemble lithique, il est aussi important de procéder à la vérification de l'homogénéité de différents sous-ensembles de la collection étudiée. En se basant sur les études réalisées par M. Gallet et ses collaborateurs sur les industries laminaires préhistoriques, nous avons recherché l'applicabilité des méthodes d'études qu'ils ont réalisées (Gallet, 1998). La différenciation des types d'éclats ou de leur ordre d'apparition dans la chaîne opératoire est caractéristique des techniques et des modes opératoires, d'où la nécessité de mettre sur pied une démarche analytique par types d'enlèvements. Ceci permettra

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

d'observer les différentes étapes et sous-étapes du débitage et les caractères morphométriques générés, et donc indirectement la différenciation des industries réalisées sur divers matériaux.

Tabl. 35. Analyse morphométrique des éclats suivant le matériau débité (Creac'h Miné Vihan)

Mesures en cm	silex						Ultramylonite/cataclasite					
	L_{max}	L_{min}	l_{max}	l_{min}	e_{max}	e_{min}	L_{max}	L_{min}	l_{max}	l_{min}	e_{max}	e_{min}
Eclats corticaux/ semi-corticaux	4,7	2,3	3,2	1,2	0,98	0,3	4,9	2,2	3,5	0,98	1,5	0,3
Eclats aménagement/ avivage	4,2	2,1	2,3	1,1	1,1	0,3	5,4	1,5	2,8	1,1	1,1	0,5
Eclats de plein débitage	4,2	1,1	2,26	0,9	0,88	0,1	5,1	0,02	3,2	0,8	0,8	0,2

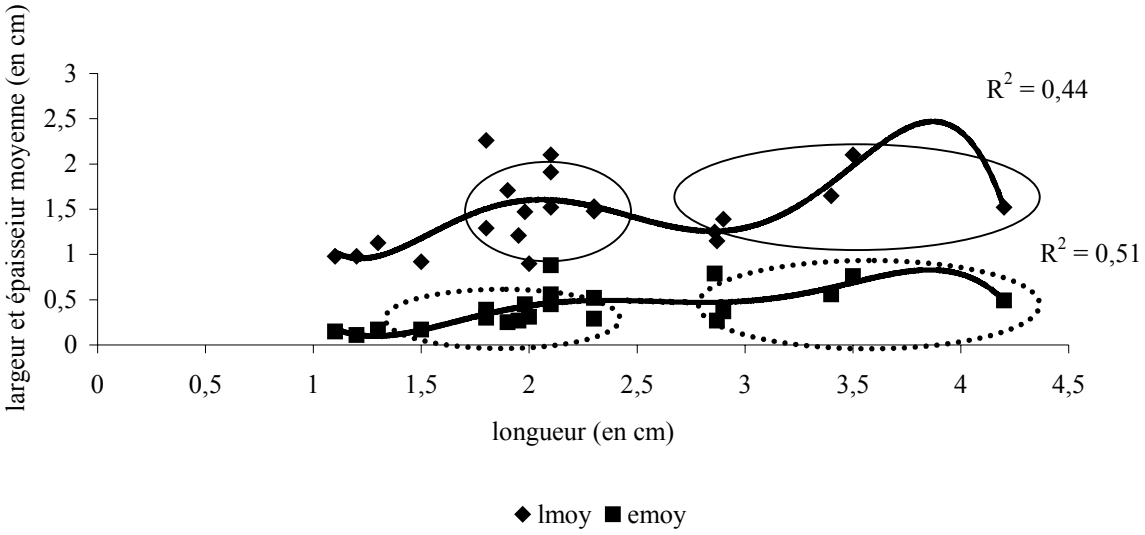


Fig. 61. Variation de la largeur et de l'épaisseur des éclats en silex en fonction de la longueur.

En effet, l'allure des courbes de variation des paramètres morphologiques (longueur, largeur et épaisseur) est quasi identique pour chaque individu (cas du silex ; Fig. 61, Tabl. 35) . On s'attendrait donc à ce qu'elles présentent des pentes plus ou moins proches. Les fonctions :

l_{moy} =f(L) ($y = -0{,}4814x^5 + 6{,}016x^4 - 28{,}528x^3 + 63{,}764x^2 - 66{,}547x + 27{,}015$)

e_{moy} =f(L) ($y = -0{,}1837x^5 + 2{,}3677x^4 - 11{,}685x^3 + 27{,}21x^2 - 30{,}176x + 12{,}578$)

présentent une pente (R^2) respectivement égale à 0,44 et 0,51. Ces valeurs très faible de pente ne permettent pas de prédire une corrélation homogène entre les paramètres morphologiques. Cependant, l'allure générale des équations de régression polynomiale d'ordre 5 permet de conclure à un lien très étroit entre ces paramètres. Une corrélation linéaire entre ce paramètres s'interpréterait en terme de standardisation de la production avec des objectifs de débitage

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

voués à l'obtention d'enlèvements de taille précise : de même qu'à l'utilisation d'une ou plusieurs méthodes de débitage favorisant le contrôle de la propagation des ondes et des fissures dans le matériau.

Tout geste anthropique ayant un but, il est possible de distinguer pour le silex deux classes de mesures bien marquées (L ; l_{moy} ; e_{moy}). Ce sont (1,5 – 2,3 ; 1,3 – 2 ; 0,25 – 0,5) et (2,8 – 4,2 ; 1,52 – 2 ; 0,4 – 0,8). La deuxième classe morphométrique semble moins évidente à ressortir, mais marque, avec sa gamme de longueur les caractéristiques d'éclats de première intention ou enlèvements les « plus désirés ». La première classe représente la seconde phase de débitage objectif. Entre ces deux grandes classes, se greffent des ensembles plus ou moins homogènes marquant des phases « d'aménagement » soit des accidents de taille des deux phases principales.

Un problème majeur dans la corrélation de ces données de mesure est le contexte de gisement du fait du manque d'une stratigraphie à la fois horizontale et verticale sur le site étudié.

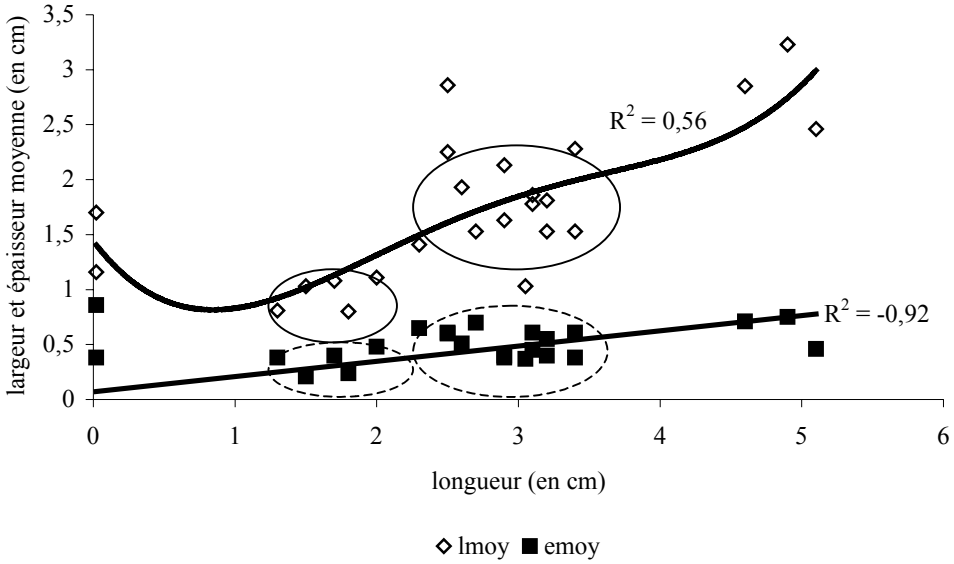


Fig. 62. Variation de l'épaisseur et de la largeur des éclats de plein débitage en ultramylonite suivant la longueur

Les éclats en ultramylonite ou cataclasite présentent une variation des paramètres morphologiques plus ou moins similaire à celle des éclats en silex (Fig. 62 et Tabl. 35).
Les valeurs des pentes (R^2) des courbes reliant la largeur et l'épaisseur à la longueur sont respectivement 0,56 et 0,92. Les éclats qui ont une longueur très faible pourraient être des produits de fin de débitage. On distingue également deux classes morphométriques (L ; l_{moy} ; e_{moy}) : (2,5 – 3,5 ; 1,5 – 2,3 ; 0,3 – 0,6) et (1,5 – 2 ; 0,8 – 1,5 ; 0,3 – 0,5). Notons que pour les longueurs, les valeurs de la seconde classe sont sensiblement le double de celles la première classe.

P.S. Ces valeurs ne sont pas absolues .
Silex (1,5 – 2,3 ; 1,3 – 2 ; 0,25 – 0,5) et (2,8 – 4,2 ; 1,52 – 2 ; 0,4 – 0,8).
Ultramylonites (1,5 – 2 ; 0,8 – 1,5 ; 0,3 – 0,5) et (2,5 – 3,5 ; 1,5 – 2,3 ; 0,3 – 0,6)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Avec des épaisseurs égales dans les deux gammes de mesures, les éclats en silex et en ultramylonites attestent d'un débitage peu différent. Cependant les longueurs et largeurs des éclats en silex restent en général supérieurs à ceux des éclats en ultramylonite. Les densités des deux matériaux étant presque égales, ceci suppose une masse et un volume des produits en silex supérieure à celles des produits en ultramylonite : d'où une possible orientation des produits de débitage dans la fabrication des outils selon le matériau.

Tabl. 36. Décompte des types de talons suivant les produits du débitage brut. UT=ultramylonite et SI=silex

	dièdre		Lisse mince		Lisse large		facetté		filiforme		punctiforme		Ecrasé		cortical	
Débitage brut	UT	SI	UT	SI	UT	SI	UT	SI	UT	SI	UT	SI	UT	SI	UT	SI
Eclats	33	6	50	42	57	30	19	13	8	14	32	9	15	5	0	0
Eclats d'entame	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2
Eclats sémi-corticaux	3	1	4	2	4	9	2	4	0	1	3	0	1	2	0	0
Eclats corticaux	0	3	2	7	4	10	0	3	0	1	2	6	0	4	0	0
Lamelles	1	1	5	2	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0
lames	0	1	0	6	0	5	1	2	0	2	1	1	0	0	0	0
Aménagement	1	2	8	1	20	6	6	0	0	0	6	1	1	0	0	0
Total	38	14	69	60	85	60	30	22	8	21	44	17	17	11	4	2
Totaux	52		129		145		52		29		61		28		6	
%	7,5	2,8	13,7	12	17	12	6	4,4	1,6	4,2	8,7	3,4	3,4	2,2	0,8	0,4
% total	10,3		25,7		29		10,4		5,8		12,1		5,6		1,2	

Tabl. 37. Décompte des types de talons suivant les types d'outils. UT=ultramylonite et SI=silex

Talon / Outillage	dièdre		Lisse mince		Lisse large		facetté		filiforme		punctiforme		Ecrasé	
	UT	SI	UT	SI	UT	SI	UT	SI	UT	SI	UT	SI	UT	SI
Eclats à coches	4	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Eclats utilisés	4	0	9	1	6	1	7	1	2	0	1	0	0	1
Lamelles utilisées	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Lames utilisées	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eclats tronqués	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esquilles débris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Total	8	0	13	3	8	5	7	1	2	1	2	0	0	1
Totaux	8		16		13		8		3		2		1	
%	15,7	0	25,5	6	15,7	9,8	13,7	2	4	2	4	0	0	2
% total	15,7		31,5		25,5		15,7		6		4		2	

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

b-3- Les techniques de préparation et de percussion.

La percussion directe au percuteur dur est attestée par les contre-bulbes bien développés. On ne peut parler ici d'une percussion sur enclume authentifiée du fait du nombre quasi nul (trois en ultramylonite/cataclasite) d'éclats sur enclume : il s'agirait en majorité de production d'éclats d'entame (dans la suite de notre discours nous associerons les éclats d'entames aux éclats corticaux). Des traces de percussion directe au percuteur tendre sont révélées par la présence d'éclats à bulbe diffus. En absence de percuteur tendre de nature animale ou végétale au sein de la collection et reconnu au sein du Mésolithique , il se pose la question de savoir si ce type de percuteur ne serait tout simplement que des blocs de roche tendre. Un percuteur de forme ovalaire obtenu dans un gneiss porte des traces d'usure par choc sur le front de la partie basale et apicale.

Les talons lisses (mince et large) représentent plus de 50 % et 60% respectivement pour les éclats en ultramylonites et silex (Fig. 63 et Tabl. 36). Le facettage est non moins important (sensiblement 10% pour les deux principaux matériaux . Le piquetage parfois mis en place constitue avec le facettage deux opérations visant à l'obtention de produits réguliers et allongés.

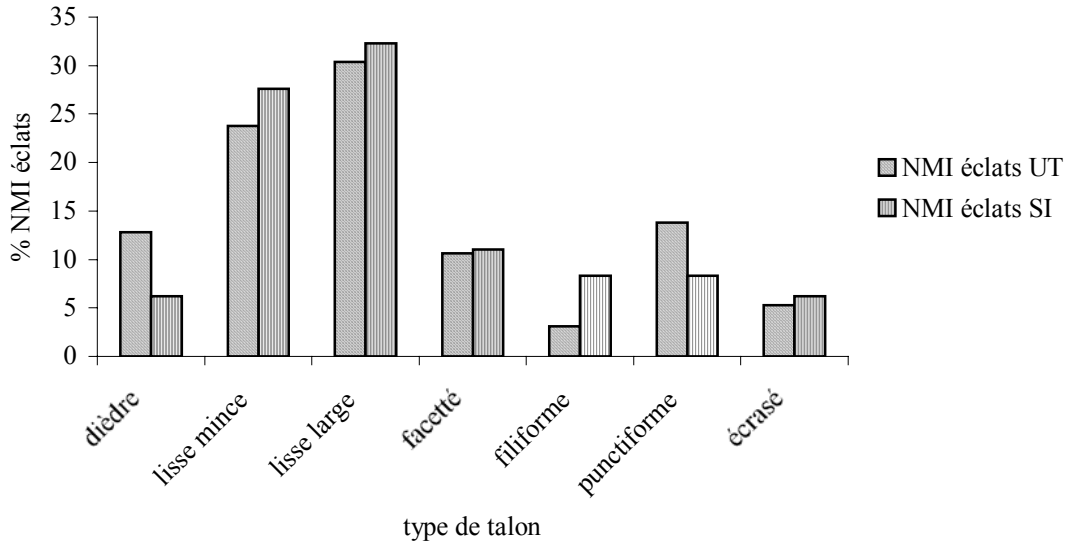


Fig. 63. Pourcentages des types de talon en fonction des éclats en silex et ultramylonite

Les talons sont pour la plupart lisses larges ou minces (soit 52,9 % des talons de lames + lamelles). Des différences s'observent cependant entre les lames et les lamelles au sein des différentes diverses roches. Les talons larges sont absents sur ultramylonite et sont seulement représentés sur les lamelles en silex. Paradoxalement, les talons lisses minces en silex sont plus importants dans le cas des lames que des lamelles, soit respectivement 75 et 25 %. La totalité des talons lisses larges sur ultramylonites s'observent sur lamelles. On peut voir là une production standardisée de lamelles plus imposante que celle des lames ; avec cependant une facilité et une préférence du silex pour la production de lames.

Le facettage se produit en moyenne sur seulement (14,7 %) des produits soit respectivement pour lames et lamelles 17,6 % et 11,7 %. Ces taux sont presque d'une fois et demie inférieurs à ceux observés sur l'amas coquillier de Beg-er-Vil par G. Marchand (1999). Est-ce là un

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

signe de l'aménagement moins important des talons de la côte vers le continent sous contrainte de la matière première, de ses dimensions et de sa forme ? L'absence de stigmates d'abrasion sur les nucléus, le facettage moindre du site de Cobalan, plaident pour cette cause. On ne peut cependant conclure à ce stade à la récurrence du phénomène à l'échelle du Téviécien ou même de l' ouest de la France.

c- Les modalités du débitage dans la chaîne intégrée : les nucléus

c-1- Les nucléus en ultramylonite/cataclasite

Neuf nucléus ont été sélectionnés pour une analyse complète. La roche dans laquelle est extraite le nucléus D16 (Fig. 66, n° 3) est feuilletée et clivée. La foliation et le clivage sont plus fins homogènes et réguliers. Son exploitation semble produire des éléments très allongés (face supérieure). Plus allongé qu'aplati comme le nucléus 017, il est voué au détachement de grands éclats que l'on pourrait même qualifier d'éclats allongés. L'on peut supposer des phases d'enlèvements de lamelles et lames. Le débitage « frontal » est ici voué à l'entretien des zones de rupture de fissures, permettant ainsi d'obtenir des surfaces continues à celles des négatifs d'enlèvements précédents. Le terme frontal ici est lié à la forme pyramidale de l'extrémité distale du nucléus. Le caractère unipolaire du débitage se retrouve sur la face inférieure malgré l'orientation oblique des enlèvements par rapport à ceux de la face supérieure. L'on peut parler ici d'un débitage unipolaire tournant. C'est le seul élément à structure ultramylonitique *s.s.* observé parmi les échantillons choisis. Le schéma d'exploitation semble très opportuniste, du moins quant à l'exploitation du matériau suivant une direction parallèle à la foliation, ce qui permet de détacher de grands enlèvements. Il s'agit d'un nucléus à lames, lamelles ou éclats allongés.

Le nucléus 017 (Fig. 65, n° 2) présente une structure feuilletée très fine et contient cependant des restes de déformation cataclastique. On note trois phases principales (observations faites sur la face supérieure) dans l'exploitation du bloc brut de roche :

- Une première phase dite « Phase A » d'aménagement du plan de frappe par retrait de deux éclats

- Une deuxième phase dite « Phase B » de retrait d'éclats à partir du plan de frappe préparé. Elle contient globalement cinq étapes orientées dans la même direction

- Une troisième phase dite « Phase C » renfermant trois grandes étapes à partir du plan de frappe opposé. Les enlèvements se font cette fois-ci dans la direction opposée aux enlèvements de la « Phase B », et ce selon le même axe virtuel (axe parallèle à celui du plan de foliation) (Fig. 65, n° 2).

Notons que la face inférieure plane est entièrement corticale. La forme pyramidale de la face supérieure permet de la diviser selon un axe virtuel en deux surfaces formant un angle dièdre. L'exploitation de fait en respectant la convexité naturel du bloc. On peut donc associer la méthode employée à celle du débitage bipolaire sur une face.

Les nucléus à microstructure de type ultramylonite cataclasée en plus de l'exemple précédent comprennent plusieurs autres individus (nucléus H39, A22 et I 35) (Fig. 64, n° 3 et 4 ; Fig. 65, n° 1). La démarche de débitage du nucléus H39, du moins pour les phases observables, consiste en deux plans de frappe opposés et ce pour la même surface de détachement. Les

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

deux premiers enlèvements sont effectués sur les bords (gauche et droit). Une série de petits enlèvements d'orientation et d'ordre non identifiés pourraient être considérés comme des étapes d'aménagement des bords afin de limiter une surface centrale à partir de laquelle seront extraits les quatre principaux éclats (négatifs 3, 4, 5 et 6) (Fig. 65, n°1). L'objectif du débitage reste ici les éclats les plus allongés possible. On note aussi un manque d'aménagement véritable des plans de frappe. L'abandon du nucléus après la tentative de détachements de deux individus consécutifs aux enlèvements principaux (négatifs 7 et 8) ne nous laisse pas indifférent du fait de la méthode bipolaire appliquée et de la surface de débitage probable assez conséquente. Peut-on supposer alors à ce moment que la phase d'abandon se produit lorsque l'on atteint en moyenne les dimensions des différents nucléus étudiés ? En effet, les dimensions des nucléus et leur forme quasi identiques penchent pour cette hypothèse. Peut-on alors supposer à ce moment que la taille du support ne permet plus une bonne préhension et un bon angle d'application de la force de détachement ? cette dernière question semble moins évidente à résoudre. Il apparaît en effet que pour certains éléments en silex que le débitage se serait poursuivi jusque dans des proportions de support extrêmement faibles. Nous reviendrons par la suite sur ce caractère exclusivement réservé aux nucléus en silex car les facteurs limitant ici semble être la taille et forme des blocs bruts. On pourrait même parler d'un « acharnement de travail » pour des blocs de dimensions très restreintes.

Tout comme pour les précédents nucléus à structure ultramylonite cataclasée, le nucléus A22 (Fig. 64, n° 3) présente pour ses négatifs les plus allongés une orientation du plan de débitage parallèle à la foliation de la roche. L'allongement maximal des enlèvements semble diminuer au fur et à mesure que l'on s'écarte du plan vertical de la foliation. Le nucléus I35 (Fig. 64, n° 4) est plus déformé que les précédents. Il contient en effet de nombreux filons de quartz plissés et de taille assez grande (en comparaison aux filonnets précédemment cités) . Le détachement de grands éclats est moins évident du fait de la composition structurale plus complexe. Il se dessine donc au sein même des supports à structure d'ultramylonite cataclasée une échelle de déformation qui rend le débitage plus difficile au fur et à mesure que les filonnets ou filons de minéraux blancs, d'éléments figurés (gros cristaux déformés ou non) augmentent en dimensions et en quantité. Tout ceci contribue à donner au débitage un caractère multipolaire à enlèvements non standardisés.

Il ressort de l'étude des nucléus sur support ultramylonite cataclasée quatre principaux faits de technologie :

- Aménagement du plan de frappe récurrent

- L'adaptation du débitage de produits allongés à la complexité structurale du matériel par développement de méthodes bipolaires et multipolaires

- Une variation croissante de l'allongement maximal des produits lorsque l'on se trouve dans un plan parallèle à celui du plan de foliation de la matière et par conséquent une diminution lorsque l'on s'éloigne de ce dernier

- Les nucléus en ultramylonite cataclasée sont en général des nucléus à éclats.

Deux nucléus à structure de cataclasite ont été étudiés. Ils sont tous les deux multipolaires à enlèvements très peu standardisés, (nucléus C17 et D21, Fig. 65, n° 3 et 4 respectivement), le premier unifacial et le second bifacial semi-tournant. Les négatifs d'arrachement montrent grâce à la concavité de leur partie proximale un fort rebroussé des surfaces inférieures des

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

éclats extraits de ces nucléus. L'organisation du débitage dans ce faciès semble moins évident à mettre sur pied. Il semble donc difficile pour le tailleur d'obtenir des éclats standardisés.
Deux individus sur matériau à structure intermédiaire entre une cataclasite et une ultracataclasite ont été analysés (Fig. 64, n° 1 et 2). La structure se rapproche cependant beaucoup plus vers une ultracataclasite. De grain très fin et non feuilletée, ils semblent destinés au détachement de grands éclats. On note un aménagement successif du plan de frappe à la suite du détachement de chacun des grands éclats.. On constate sous loupe binoculaire de nombreux microfilonnets leucocrates au niveau desquels les ondes de propagation de la fissuration sont réfléchies mais pas interrompues. Le caractère unipolaire du débitage est dessiné par ces grands éclats, mais on note aussi un aménagement de la partie basale du nucléus par arrachement de petits éclats. Cet aménagement est destiné tout comme dans le cas des nucléus du nucléus D16 (structure ultramylonitique s.s.) à harmoniser la partie basale du bloc avec la surface des négatifs de détachement des éclats principaux (Fig. 64, n° 2). Il se dessine alors une seule phase de débitage d'éclats allongés autour de laquelle se greffent des phases d'aménagement du plan de frappe est des surfaces en continuité avec la surface principale de d'arrachement. On peut ainsi parler d'une méthode unipolaire tournant prédominante.
Il ressort de l'étude des nucléus en ultramylonites et cataclasites de ce site que les modes de débitage varient énormément en fonction de la structure des blocs (Tabl. 38) :

Tabl. 38. Corrélation entre la structure des ultramylonites, la nature des aménagements et les produits préférentiels détachés.

structures / Traits du débitage	Structures quasi homogènes		Structures hétérogènes	
	Ultramylonite s.s.	Ultracataclasite	Ultramylonite cataclasée	cataclasite
Méthodes appliquées	-Unipolaire tournant	-Unipolaire tournant -Bipolaire	-Multipolaire -Unipolaire	-Multipolaire semi-tournant
Types d'enlèvements préférentiels	-Eclats allongés et larges -Lames et lamelles rares	-Eclats larges -Eclats courts -Eclats allongés -Lames et lamelles	-Eclats larges et courts -Lamelles rares	-Eclats courts
Aménagements	-Absence d'aménagement du plan de frappe	-Plans de frappe	-Plan de frappe	-Plan de frappe probable
Allongement maximal	-Parallèle au plan de foliation	?	-Parallèle à la foliation	-Parallèle aux clivages
Nombre de faces débitées	1 à 2	Toutes les faces	1 à plusieurs faces	1 à plusieurs faces
Nombre d'individus	10	4	8	2

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

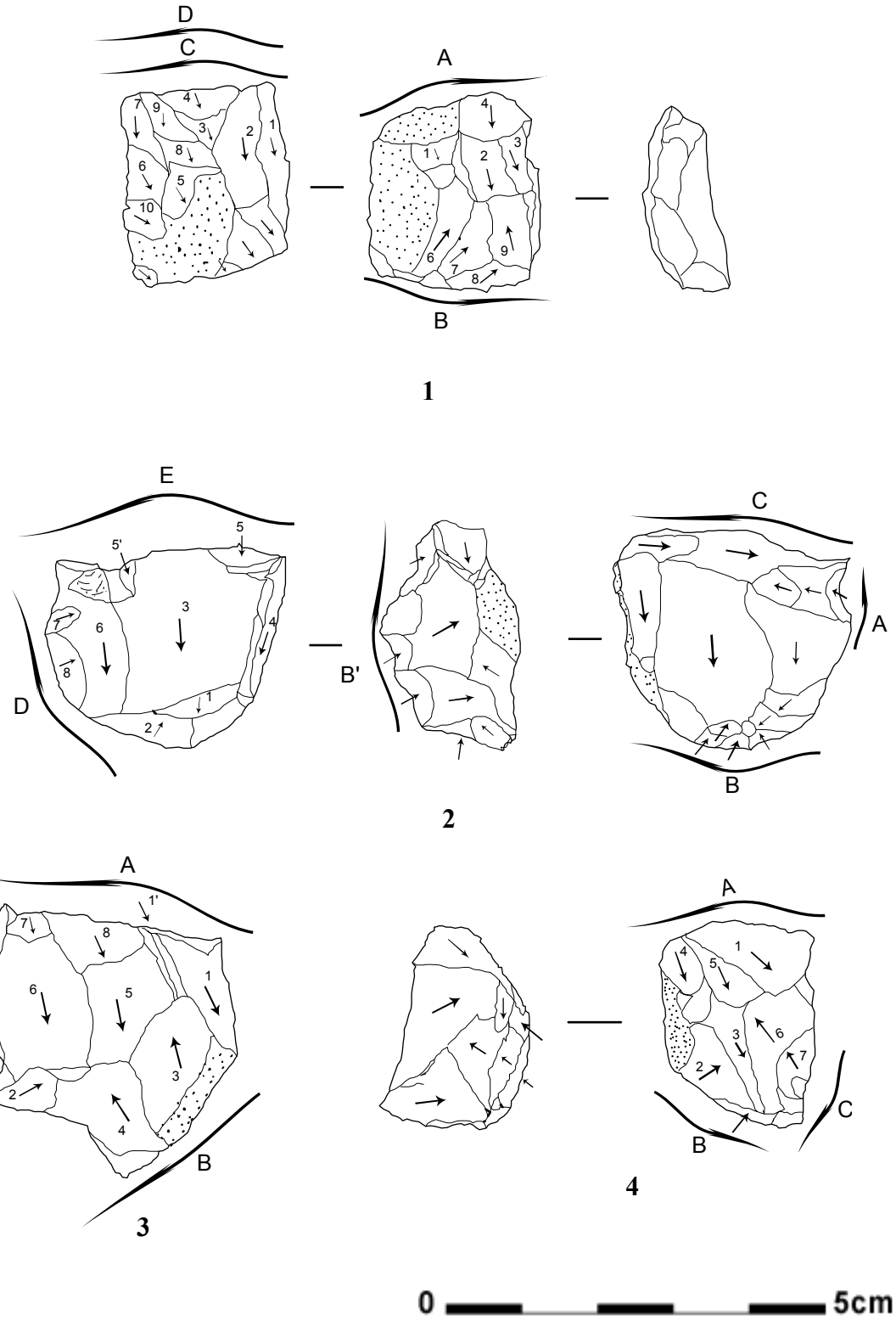


Fig. 64. Creac'h Miné Vihan. Nucléus en ultracataclasite : 1. unipolaire à bipolaire ; 2. unipolaire. Nucléus en ultramylonite cataclasée : 3. unipolaire ; 4. bipolaire

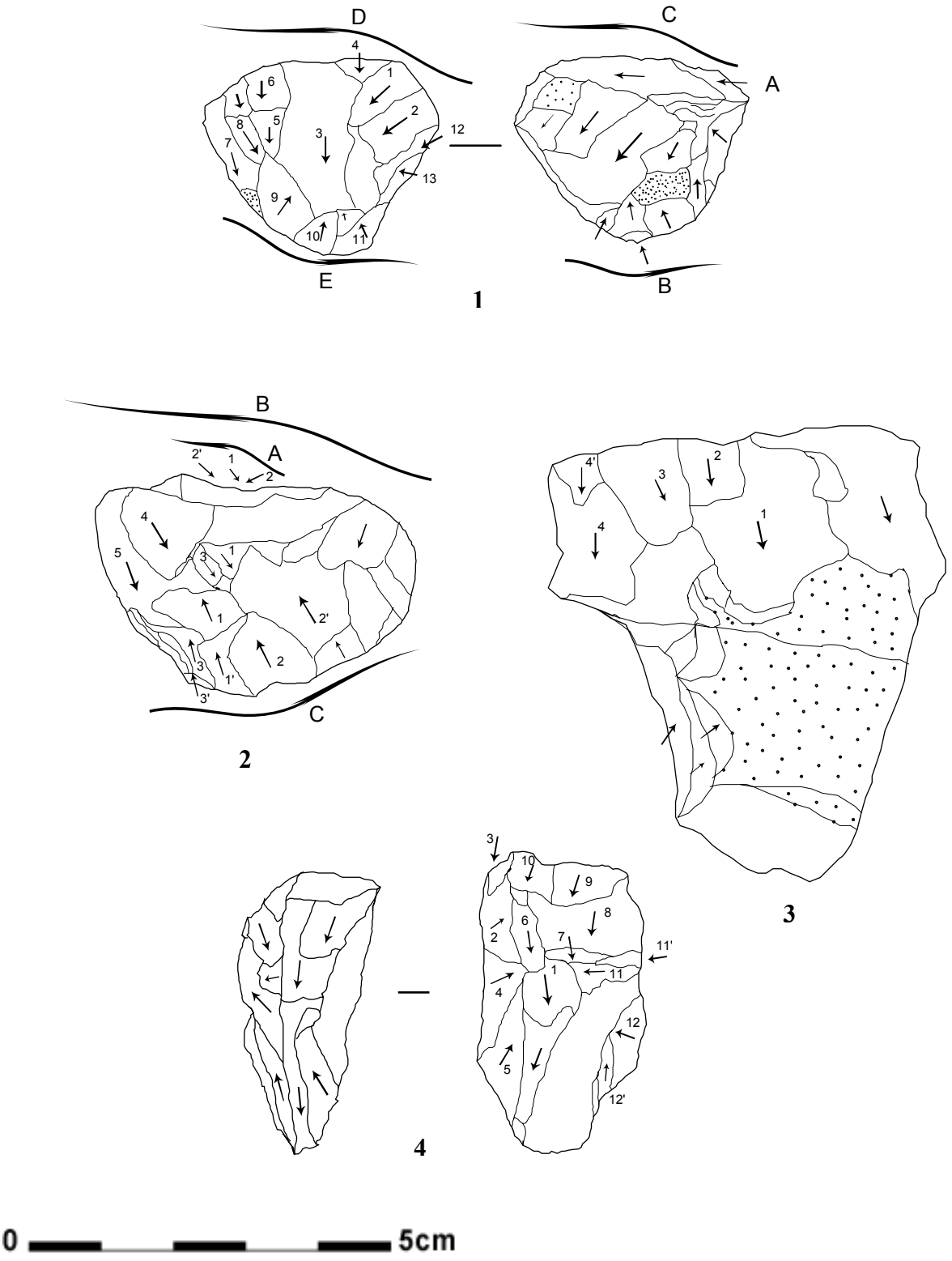


Fig. 65. Creac'h Miné Vihan. Nucléus en ultramylonite cataclasée : 1. unipolaire ; 2. bipolaire. Nucléus en cataclasite : 3. bipolaire orthogonal ; 4. multipolaire.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

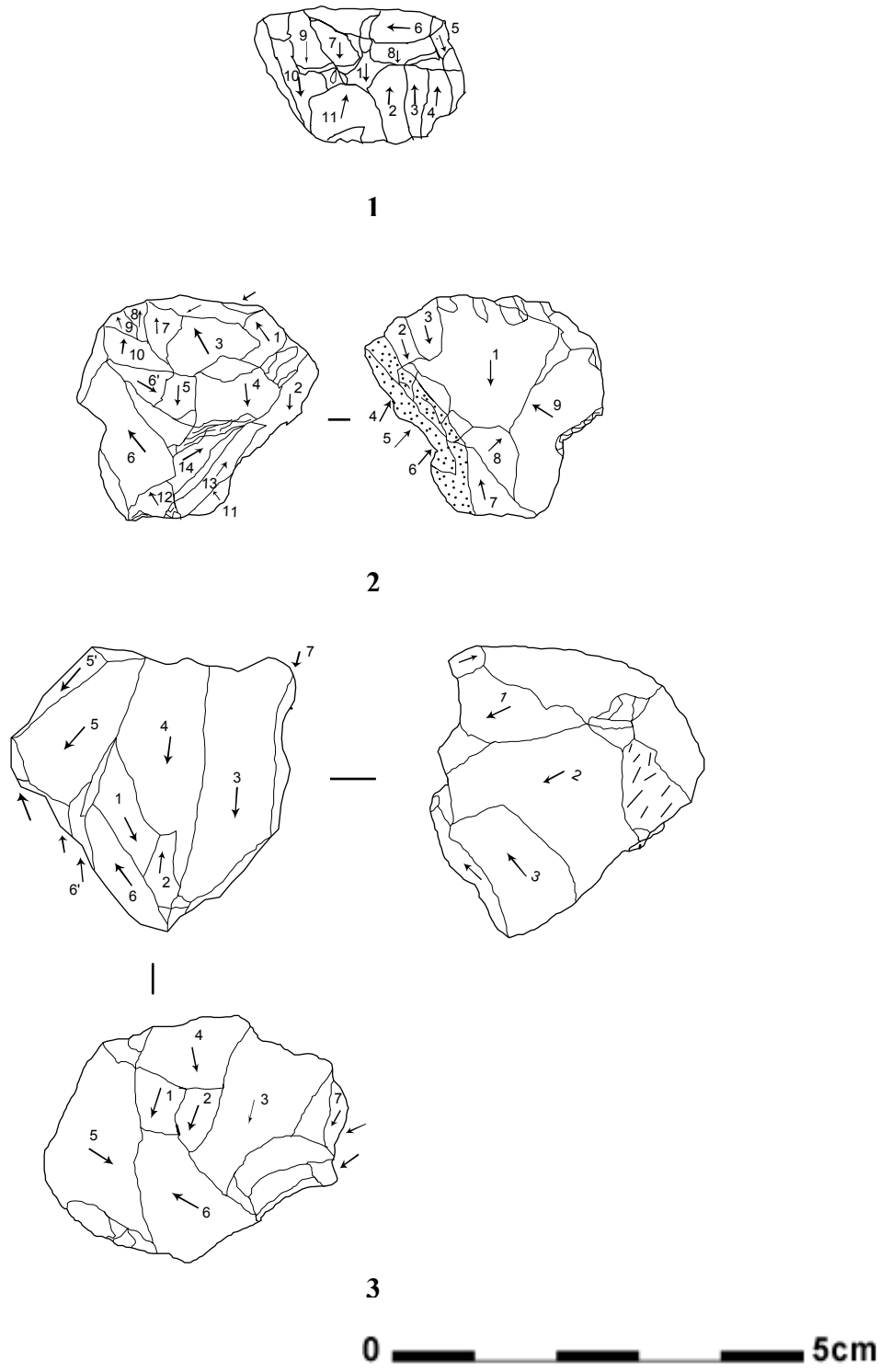


Fig. 66. Creac'h Miné Vihan. Nucléus. 1 (I19) et 2 (D19) en silex ; 3 (D16) en ultramylonite *s.s.*

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

c-2- Les nucléus en silex.

Neuf nucléus ont été sélectionnés pour une analyse complète. Il s'agit des individus G23, G5, G2, H17, H11, L7, D19, I5 et I19. ce sont des galets côtiers, probablement de provenance des cordons littoraux de la Baie d'Audierne qui sont les plus proches.
Le nucléus G23 (Fig. 68, n° 3) présente une structure gréseuse. L'aspect peu silicifié nous amène à penser qu'il s'agit d'une transformation faible au sein du même gisement. Ces deux éléments sont assez caractéristiques de la finalité du débitage et de l'exploitation du silex. En effet cet élément ont une destiné très particulière. En effet, malgré ses grandes dimensions (en comparaison aux autres individus analysés), il est dédié à la fabrication de quelques rares éclats : la surface corticale occupant pratiquement la moitié de la surface externe du nucléus. La roche semble moins évidente à débiter. On dénombre au total dans la collection deux individus dans ce faciès et tous les deux destinés à l'obtention d'éclats larges selon une modalité multipolaire .

Le nucléus G5 (Fig. 68, n° 1) a subi un nombre plus important d'enlèvements. Le débitage bipolaire est représenté par l'arrachement de véritables éclats avec aménagement successifs du plan de frappe. Le problème « d'acharnement » observé au cours du débitage peut permettre la question de la finalité à détacher des éclats millimétriques. S'agit-il tout simplement d'un défi de tailleur(s) ? En effet, c'est le seul élément de cette taille a avoir subi une série d'arrachements. A l'inverse, d'autres individus à structure identique (pratiquement calcédonieuse) (G2, H17 et H11, L7, D19, I5 et I19) (Fig. 68 et 69) sont soit destinés à l'obtention exclusive d'éclats larges, soit d'éclats allongés et lames. La forme du nucléus déterminant l'intensité du débitage. Le traitement thermique des rognons facilite le détachement d'individus allongés (éclats ou lames). Notons que l'épaisseur du cortex très grande sur tous les rognons et la présence de géodes de cristallisation représentent un fort obstacle au travail de la roche. Lorsque le rognon est plus allongé qu'aplati, les négatifs se trouvent dans la même direction (unipolaire) (Fig. 68, n° 4 et 5) avec aménagement progressif du plan de frappe. Lorsque le bloc de départ a une surface de débitage convexe avec un aplatissement vers l'extérieur (en formant une crête entre deux surfaces convexes, le débitage s'amorce à partie de cette crête naturelle.

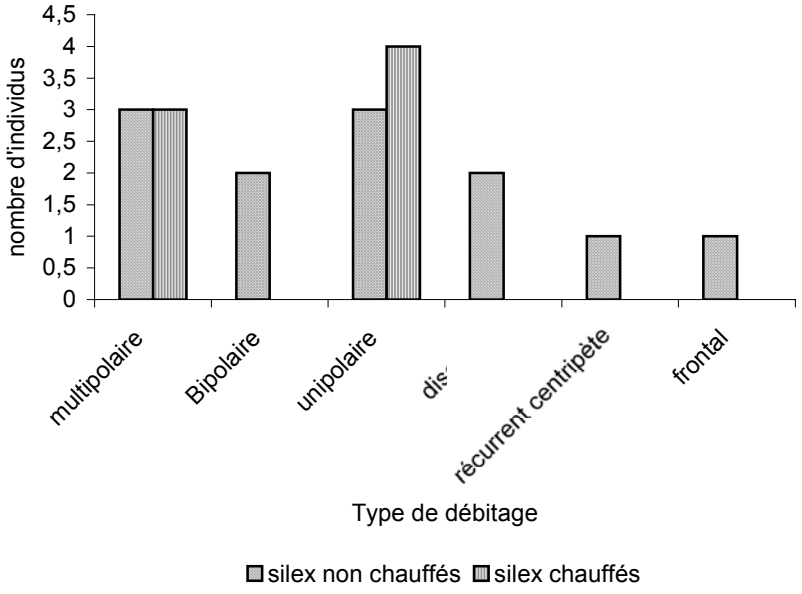


Fig. 67. Histogramme de répartition des modalité de débitage des nucléus en silex suivant leur état thermique

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Le graphe ci-dessus (Fig. 67) montre une étude détaillée des méthodes de débitage appliquées pour tous les 19 individus identifiés dans les faciès siliceux fin.

Le débitage multipolaire et unipolaire représentent plus de 71 % des individus en silex (15 des 21 nucléus en silex). D'autres caractères comme le débitage récurrent centripète (Fig. 69, n° 4) sont à remarquer. Le récurrent centripète possède deux surfaces hiérarchisées : la face inférieure est destinée à l'entretien du plan de frappe contrairement à un débitage discoïde pour lequel on a des enlèvements successifs La dispersion des méthodes pour les éléments chauffés est faible . Ils se concentrent au sein des deux principaux modes (multipolaire et unipolaire). La multipolarité de ces nucléus chauffés nous amène à discuter sur l'aspect intentionnel de la chauffe. Malgré l'absence de négatifs d'éclats larges sur ces nucléus chauffés, on peut affirmer avec certitude qu'il s'agit d'une chauffe accidentelle (Tabl. 39).

Deux grandes structures sont identifiées pour le silex. Les éléments à grains très fins sont plus représentatifs en nombre (20 des 22 nucléus de la collection). Parmi ces vingt éléments, sept ont subi un traitement thermique leur donnant un aspect rouge très sombre. Nous différencierons donc au sein de ce faciès les éléments chauffés (intentionnelle ou accidentelle).
Les méthodes de débitage sont diverses (Tabl. 39) :

Tabl. 39. Corrélation entre la structure des silex, l'état thermique, la nature des aménagements et les produits préférentiels détachés.

structures / Traits du débitage	Structure gréseuse fine	Structure siliceuse fine	
		Non chauffé	Chauffé
Méthodes appliquées	- Multipolaire	- Multipolaire - Bipolaire - Unipolaire tournant - Discoïde - Récurrent centripète	- Multipolaire - Unipolaire tournant ou semi-tournant
Types d'enlèvements préférentiels	- Eclats larges	- Eclats larges et minces - Lames et lamelles - Eclats allongés	- Eclats minces - Lamelles - Lames -Eclats allongés et/ou larges
Aménagements	- Plan de frappe principal	- Plan de frappe	- Plan de frappe -Rarement partie basale
Allongement maximal	?	?	?
Nombre de faces débitées	Toutes	1 à plusieurs	Toutes

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

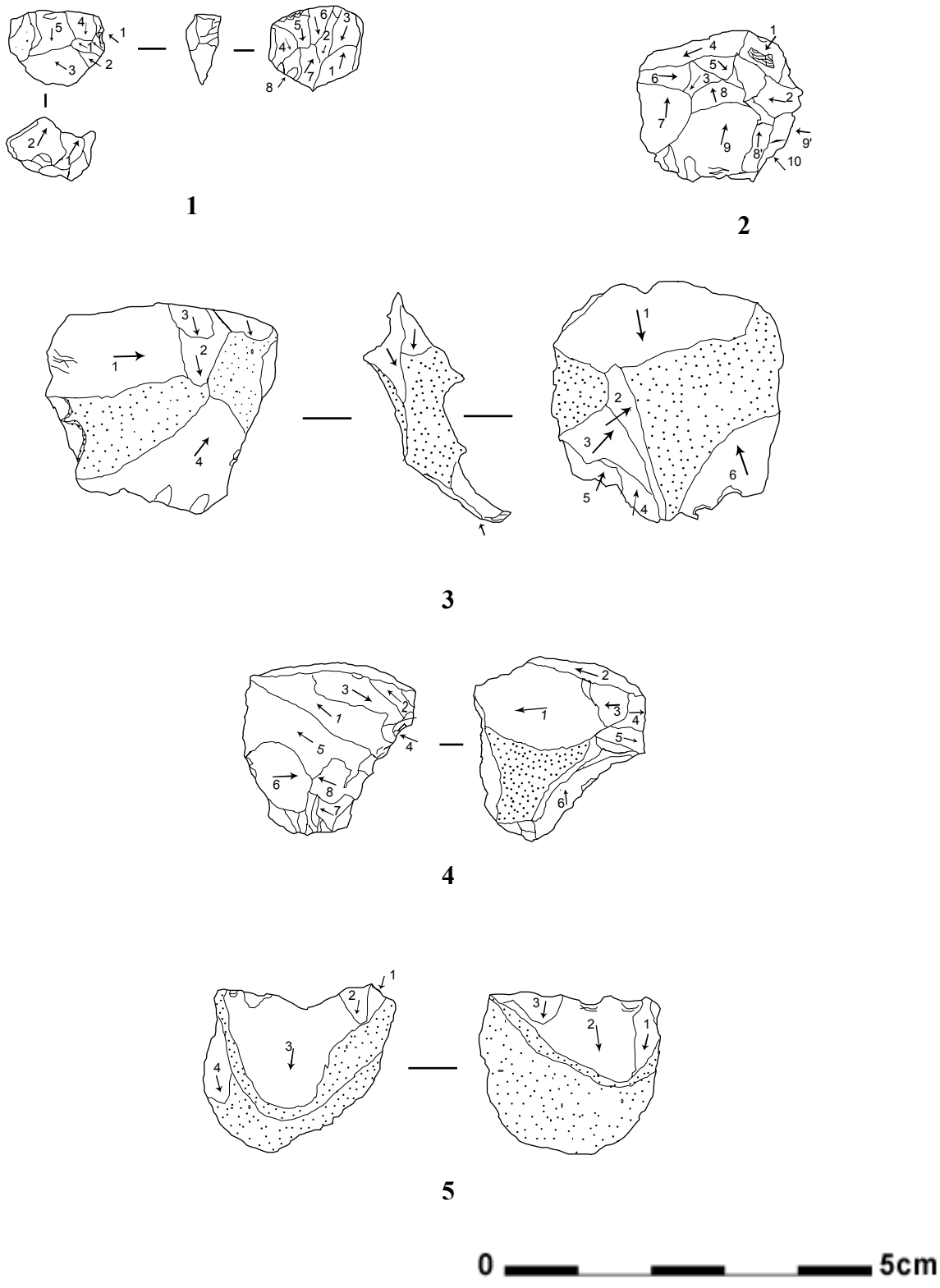


Fig. 68. Creac'h Miné Vihan. Nucléus en silex : 1(G5) bipolaire à multipolaire; 2 (I5) centripète; 3 (G23) multipolaire ; 4 (H11) et 5 (H12) unipolaire bifacial.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

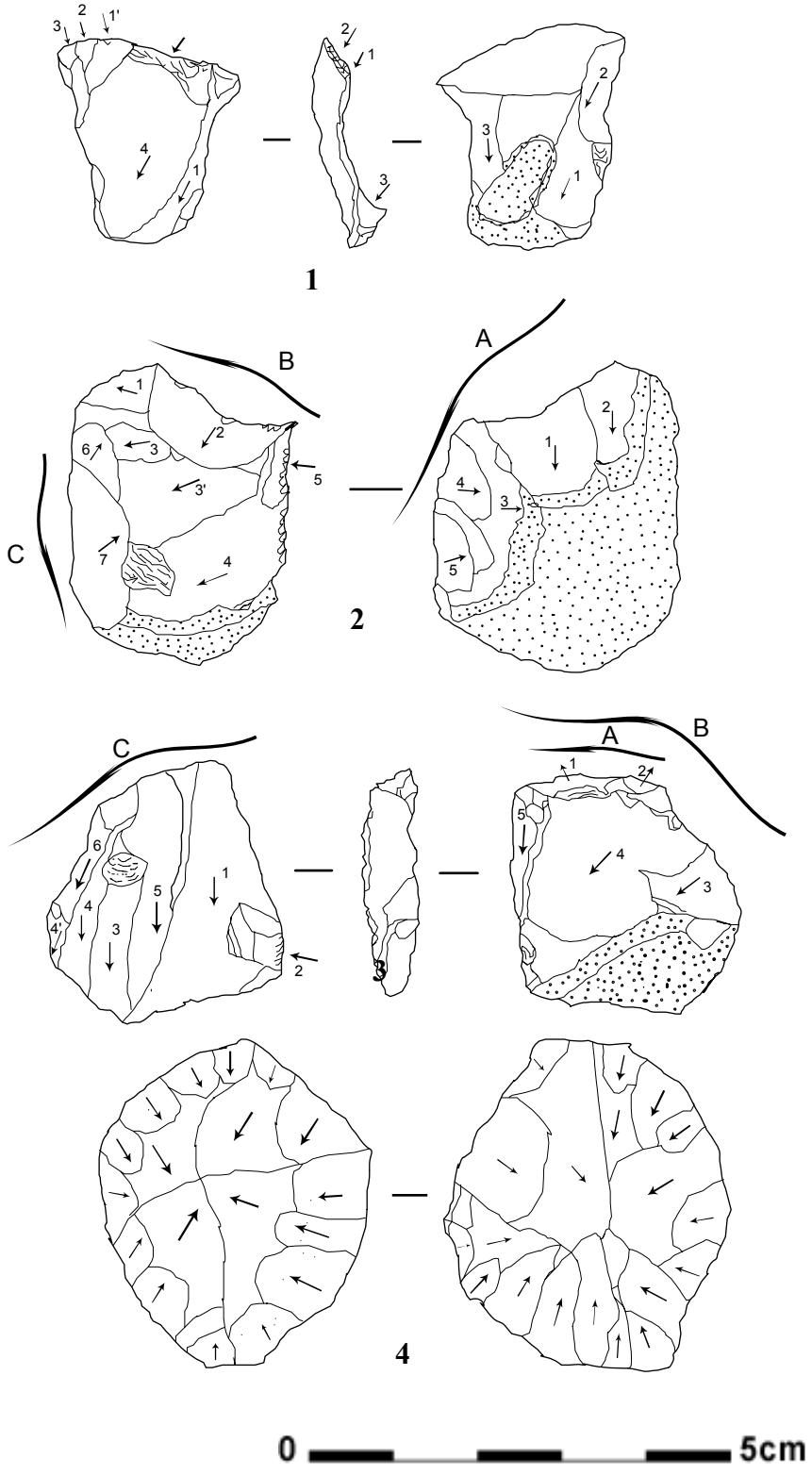


Fig. 69. Creac'h Miné Vihan. Nucléus en silex : 1(G2) unipolaire tournant ; 2 (L7) et 3 (H17) multipolaire ; 4 (C19) récurrent centripète.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

c-3- Ordres d'enlèvements ou schémas diacritiques

Débitage brut/matière	Ultamylonite / cataclasite	Silex	Phtanite
Galet testé	2	2	0
Nucléus	23	21	0
Fragment nucléus	23	6	1
Quartier d'orange	1	0	0

L'étude technologique du débitage porte essentiellement sur les produits de débitage bruts. L'outillage dans ce cas ne joue pas un très grand rôle pour la détermination des schémas de débitage pour la simple raison qu'elles ne portent pas la majeur partie des négatifs d'enlèvements à partir desquels on peut établir un succession de gestes dans l'action anthropique. Comme suggéré précédemment, la matière première joue un grand rôle lors du débitage. Les techniques peuvent être assimilées ou associées à des cultures, cependant les méthodes (successions des gestes) de débitage sont beaucoup plus difficiles à lier à un ensemble culturel. Elles sont intimement liées au tailleur ou à une population donnée. Les échanges entre différentes populations de méthodes de travail pour un même matériau considéré ne sont pas évidents à relever ou à établir.

Afin d'établir un ordre d'enlèvements ou schémas diacritiques sur l'ultramylonite dite « de Tréméven » nous avons étudié en grande partie les nucléus. L'analyse des négatifs d'enlèvements que portent les nucléus et de l'agencement de ces négatifs montre que l'activité de taille pouvait être plus ou moins complexe, élaborée ou simple selon le support ou l'objet désiré et ce en fonction de la morphologie même du support et de sa structure.
L'étude des chemins de débitage ou schémas diacritiques montre un degré de complexité élevé lorsque l'on passe des structures homogènes à des structures hétérogènes. Il n'existe pas un schéma prédominant, mais des modèles de schéma peu ou bien marqués.

Dans le cas des cataclasites, la succession de phases comprenant un éclat d'aménagement de plan de frappe (1-1) et de débitage proprement dit, ou de phases constituées uniquement pas une série d'enlèvements successifs en nombre élevé (1 ; 2 ;…5) sans aménagement, relève plus de la difficulté à ordonner diverses actions. Les produits ne sont pas toujours désirés, les changements d'axes sont assez fréquents, de même que l'acharnement dans le geste (dans le but d'obtenir au moins parmi les éclats débités de probables supports). L'acharnement dans le geste est marqué par la superposition de plusieurs actions n'ayant pas conduit au détachement de véritables produits, mais d'esquilles.

A l'inverse, les éléments à structure d'ultramylonite *s.s.* et d'ultracataclasite, plus homogènes structurellement, montrent au sein des différentes phases d'aménagement et de débitage plusieurs étapes : à l'exemple de schémas 2-4-4, 1-3-1, 3-1-2 ou même 1-3-5.
Les structures composites (ultramylonite cataclasée) révèlent la combinaison des deux grands modèles schématiques précédemment décrits, alliant à la fois simplicité dans la succession des gestes et production si possible de nombreux produits. L'apparition de schémas 2-1-2, 1-1-3 ou 2-2-2 témoigne de cette adaptation au matériau.

Contrairement aux nucléus en ultramylonites et cataclasites pour lesquels la forme et la structure ont tous deux un poids très important pour contraindre le débitage, la production en silex est principalement contrainte par la taille et la forme du bloc brut. L'exploitation des

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

convexités naturelles des blocs est plus importante. La succession de schémas simples tels 1-2-1, 1-3-1, 1-1-1, 1-1-3, 1-1-2 et autres sont une témoin de cette gestion simpliste et productive à partir de supports dont la taille très faible et les formes peu régulières constituent des limites.

1-1-1-4- L'outillage

Le taux d'éclats global (somme éclats de débitage brut et éclats d'outillage) est sensiblement 30% supérieur en ultramylonite qu'en silex (Fig. 73). Le taux d'éclats en ultramylonite au sein du débitage brut *s.s.* est supérieur de 26% à celui du silex. La différence retrouvée dans la production globale d'éclats est donc intimement liée à la production brute d'éclats.
L'outillage en ultramylonites est essentiellement fait sur éclats (Fig. 72 ; Tabl. 39, Annexe 3). Les outils sur silex sont produits dans les lames et lamelles. Les armatures (trapèzes symétriques et trapèzes asymétriques) sont à 50 % obtenues dans les deux matériaux principaux. Ceci représente sensiblement les pourcentages relatifs totaux en éléments du débitage de ce site archéologique. Ce fait est aussi constaté sur le site de Kerliézoc (Josselin et *al.*, 2003). La différence dans l'utilisation d'autres éléments tels les éclats reflète tout simplement l'abondance de ceux-ci dans le corpus d'ultramylonites/cataclasites.
Avec 76% d'ultramylonite, l'outillage (Fig. 73) semble avoir privilégié l'ultramylonite que le silex. La confection des armatures a relativement sollicité beaucoup plus le silex. Cette différence de traitement entre les deux matériaux est-elle liée aux différences de réponses que produisent les matériaux ou est-elle tout simplement une caractéristique culturelle liée à la population de ce site ?
L'hypothèse d'une production prépondérante d'éclats liée au matériau préalablement avancée pour l'ultramylonite/cataclasite n'est-elle pas aussi un caractère général de cette industrie? Le taux élevé d'éclats en silex confirme ce dernier fait. L'outillage sur supports laminaires privilégie l'emploi du silex.

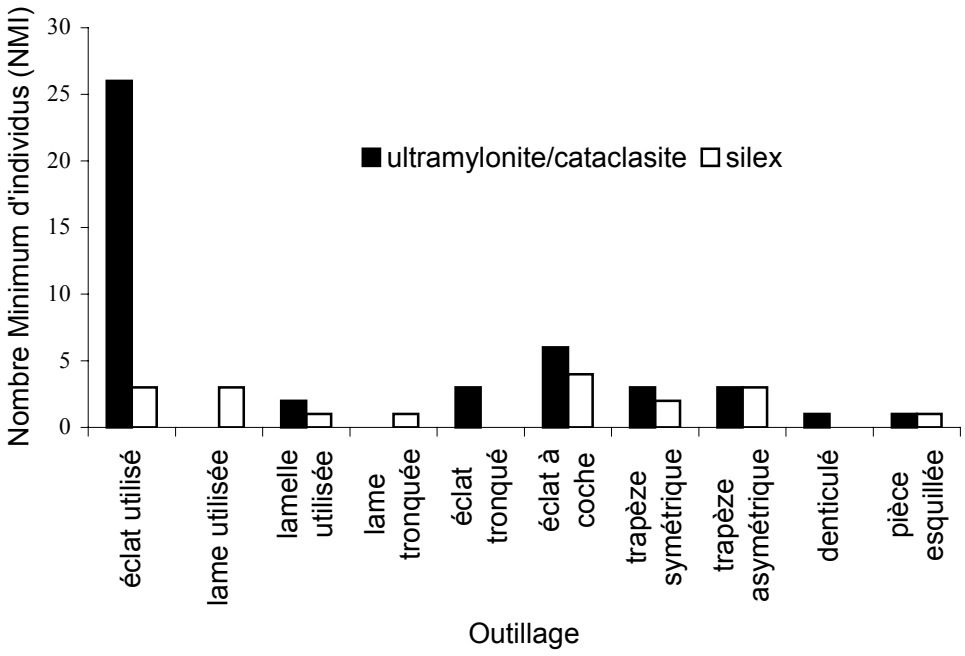


Fig. 72. Histogramme comparé en nombre minimum d'individus (outillage) entre silex et ultramylonite sur le site de Creac'h Miné Vihan

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

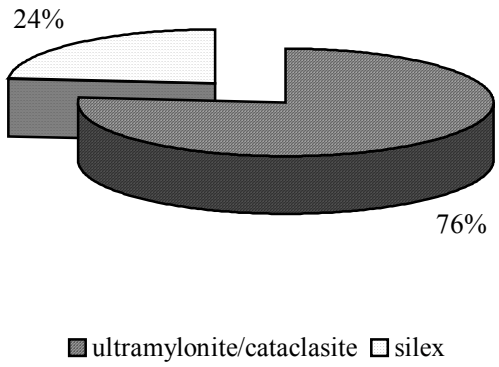


Fig. 73. Pourcentages relatifs en outils entre l'ultramylonite et le silex.

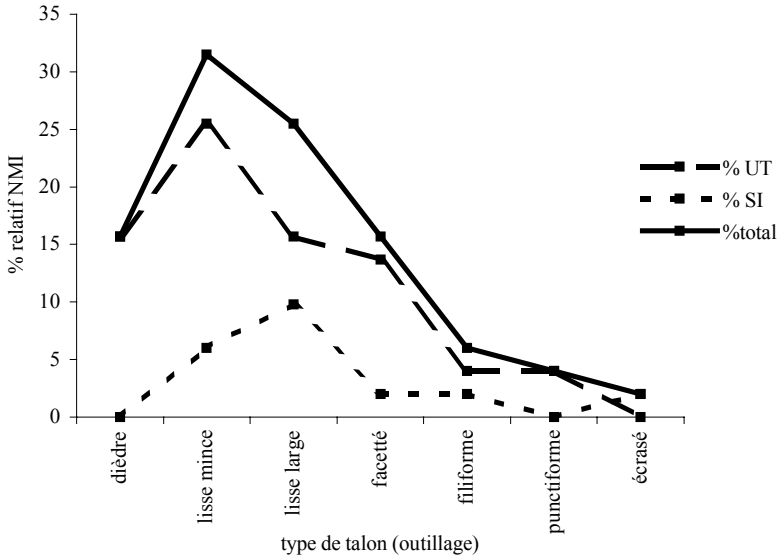


Fig.74. Pourcentages des talons en matériaux (outillage) du site de Creac'h Miné Vihan

Tabl. 43. Pourcentages des talons en matériaux (outillage) du site de Creac'h Miné Vihan

outillage	dièdre	lisse mince	lisse large	facetté	filiforme	punctiforme	écrasé
% UT	15 ?7	25,5	15,7	13,7	4	4	0
% SI	0	6	9.8	2	2	0	2
%total	15,7	31,5	25,5	15,7	6	4	2

La distribution des talons (Fig. 74 et Tabl. 43) au sein de l'outillage semble suivre celle des talons en ultramylonite/cataclasite (Fig. 59). La différence notable avec la répartition des talons au sein du débitage brut est qu'à parts égales dans le débitage brut, les proportions de talons lisses minces et de talons lisses larges semblent avoir permis une légère dominance des talons larges. On ne peut cependant conclure définitivement à un choix préférentiel pour le cas du silex des éléments à talon lisse et large. La prédominance des talons lisses reste cependant le seul caractère constant de cette industrie. Parmi les autres types de talons peu représentés, le talon facetté (dans le cas de l'outillage en ultramylonite et cataclasite) montre un rapport élevé (13,7%) par rapport à sa présence dans le débitage brut de 6% (Fig. 74 et Tabl. 43). Il en est de même pour le talon dièdre (15,7% dans l'outillage et 7,5% dans le débitage brut). Les courbes de variation des pourcentages relatifs en NMI des différents talons étant quasiment de la même allure dans les deux cas, le nombre d'éléments de chacun des décomptes expliquerait en partie l'anomalie dans les pourcentages. Cependant, on ne peut nier le fait d'une sélection privilégiée des éléments à talon présentant des angles (aménagés ou non) pour la confection de l'outillage : ils sont donc ainsi deux fois plus élevés dans l'outillage. Les produits à talons aménagés sont alors des véritables éclats préférentiels.

Le choix de produire des éclats à talon anguleux dans le cas de l'ultramylonite est-il dédié à un type d'outil ou de support particulier, ou tout simplement à la matière première avec cependant une influence du type d'outil ou de support désiré ?

Afin de répondre à cette interrogation, nous avons choisi d'analyser les éclats d'aménagement (enlèvement présentant à la fois des négatifs de plan de frappe naturel et anthropique) (Fig. 65). On note une faible représentativité des talons dièdre pour l'ultramylonite et cataclasite et un facettage bien prononcé. Les proportions relatives de talons dièdres et facettés entre ultramylonite/cataclasite et silex pour les éclats d'aménagement (Fig. 65) montrent que tous les talons facettés sont en ultramylonite/cataclasite et que le silex a plutôt des talons dièdres. L'absence de talons facettés sur les éclats d'aménagement dans le cas du silex est donc due à la structure homogène du matériau. L'absence de talons facettés sur les lames et lamelles (malgré leur taux très faible) confirme cette hypothèse.
Les ultramylonites/cataclasites présentent moins de 3% d'éclats d'aménagement à talon dièdre, cependant, ils constituent plus de 33% du total de talons dièdres. Les angles dièdres sont en fait pour la majorité naturels.

P.S. Si les angles dièdres naturels de la roche se retrouvent représentés dans le débitage brut, on doit s'attendre à retrouver des éclats à talon cortical. Le déficit de ce type de talon est sans doute dû à la difficulté dans la distinction du cortex de la matrice si le premier n'a subi d'altération naturelle et vis-versa. Un éclat à talon lisse large ou mince, un éclat à talon dièdre ou tout autre peut ainsi être considéré comme éclat à talon cortical.

a- Les armatures

Les trapèzes asymétriques et symétriques représentent respectivement 3/5ème et 2/5ème des trapèzes. La différence n'est pas assez notable. Le nombre de pièces est très peu élevé pour être déterminant. Le taux de lames (débitage brut + outillage) est également très faible (2%) de l'industrie et peu expliquer en partie le nombre limité d'armatures.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

a-1- Les trapèzes asymétriques

Le tableau ci-dessous (Tabl. 44) montre à la fois les gammes de variation des paramètres morphométriques que sont L_{max}, l_{moy} et e_{moy} pour chaque individu. Il a été aussi fait une distinction entre les roches et faciès de roches, de même que les types de retouches présentent. Il ressort de cette étude une prédominance des supports lamino-laminaires pour la fabrication des trapèzes asymétriques. Les retouches portent essentiellement sur les côtés haut et bas des armatures et sont à dominance abruptes inverses.

Tabl. 44. Dimensions et qualités techniques des trapèzes asymétriques de Creac'h Miné Vihan

	Individu	L_{max} en (cm)	l_{moy} en (cm)	e_{moy} en (cm)	Support	Faciès	Retouches bases	Retouches côté haut	Retouches côté bas
ultramylonite et cataclasite	A34	1,4	0,92	0,2	éclat large	Ultra-cataclasite	?	abruptes inverses	abruptes inverses
	G33	2,5	1,2	0,25	éclat large et allongé	Ultra-cataclasite	abruptes inverses	abruptes inverses	?
silex	I42	1,5	0,7	0,18	lamelle	?	?	abruptes inverses	abruptes inverse
	C16	2,15	1,43	0,88	éclat épais	?	?	?	?
	B23	1,1	0,8	0,2	lamelle	?	?	abruptes inverses	abruptes inverses
	AA37	2,05	1,1	0,31	lame	?	rasantes	semi-abruptes inverses	semi-abruptes inverses

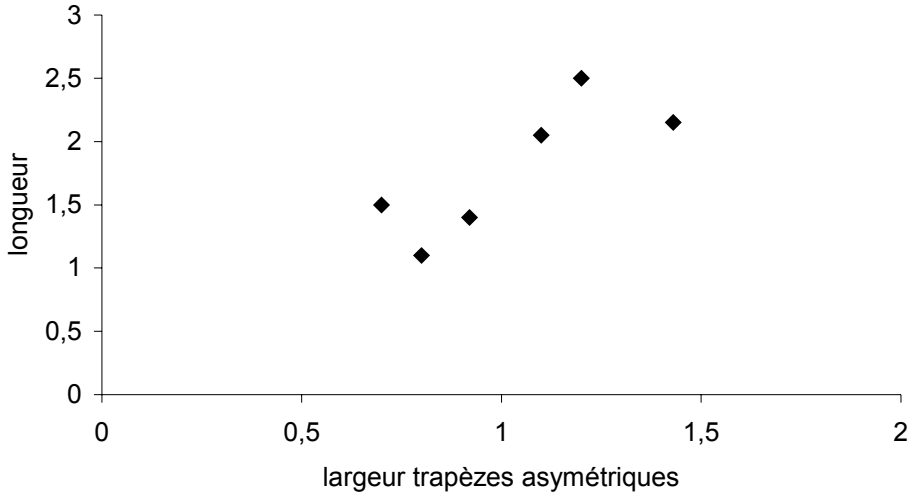


Fig. 75. Corrélation entre la largeur et la longueur des trapèzes asymétriques

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

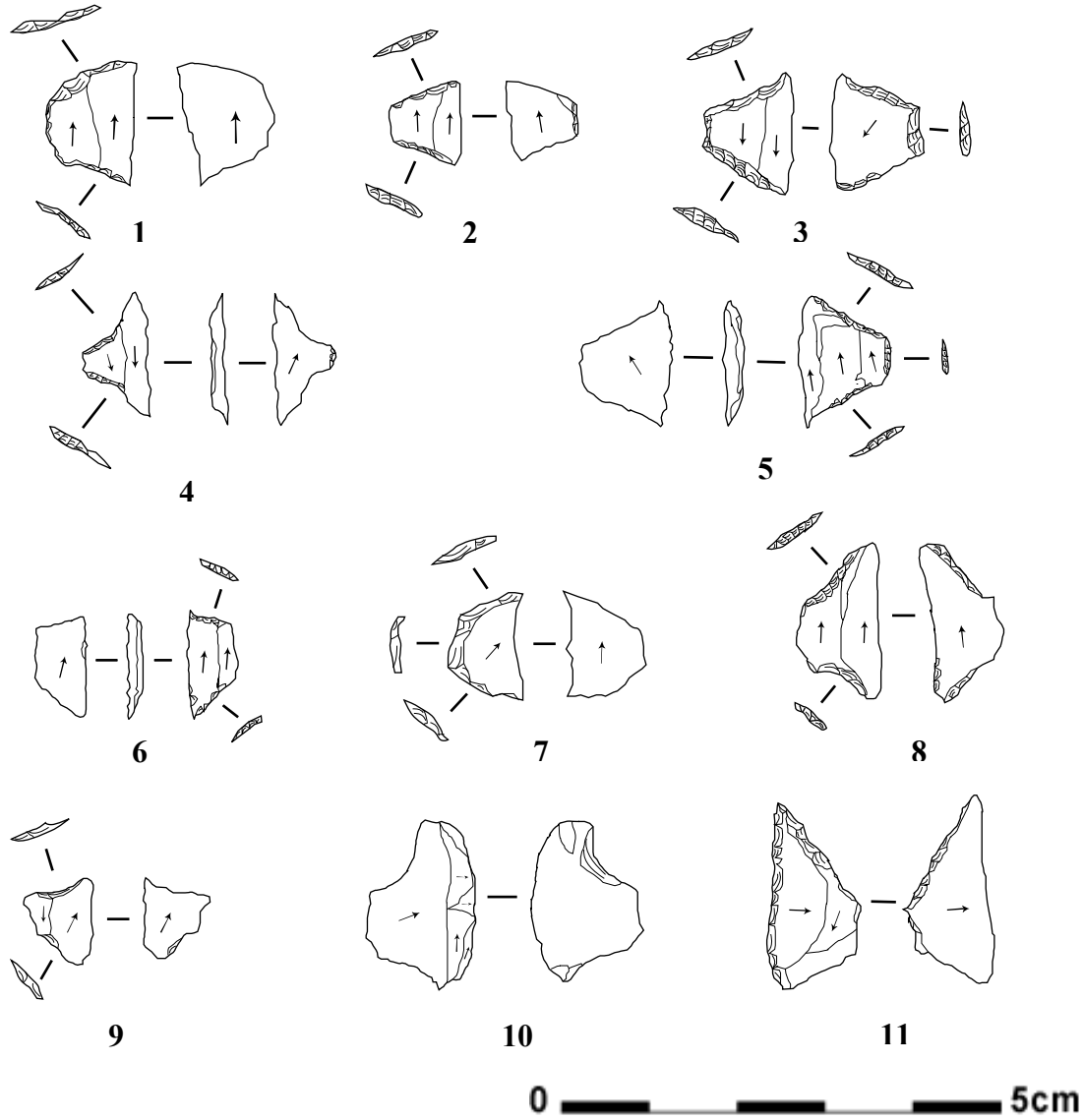


Fig. 76. Creac'h Miné Vihan. Armatures. 1 à 3. trapèzes symétriques en ultramylonite *s.s.* ; 4 et 5. trapèzes symétriques en silex ; 6, 7 et 9. trapèzes symétriques en silex (asymétriques ?) ; 8. trapèze asymétrique en silex ; 11. trapèze asymétrique en ultramylonite *s.s.*

L'épaisseur est presque constante , à l'exception d'un individu épais (C16) (Tabl. 44). La longueur maximale est presque toujours liée à la largeur moyenne de l'armature. Il ne semble pas avoir une constante dans les paramètres morphométriques des supports choisis (Fig. 75) quelque soit la nature de la roche.

Un problème reste à poser, celui de l'asymétrie de ces armatures. Ce terme est très peu marquée sur les objets de la collection. L'asymétrie se dessine essentiellement à cause de la concavité et convexité très prononcées respectivement des côtés inférieur et supérieur. L'attribution du caractère asymétrique devient dès lors sujet à discussion. Il apparaît donc que le taux de trapèzes symétrique serait plus élevé.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

a-2- Les trapèzes symétriques

Cinq individus sur support lamino-laminaire ont été répertoriés comme trapèzes symétriques (Tabl. 44). Les retouches sont pour l'essentiel abruptes inverses sur les côtés des armatures. La petite base quant à elle a subi seulement des retouches semi-abruptes sur la face inférieure du support, avec un seul individu possédant des retouches rasantes sur sa face supérieure.

L'épaisseur des supports est constante autour de 0,2 cm. Les armatures ont aussi une longueur maximale constante sensiblement égale à 1,6 cm à l'exception de l'individu Q16 en ultramylonite s.s. La morphologie des trapèzes symétrique semble plus uniforme (Fig. 77) que celle des trapèzes asymétriques. Cette homogénéité dans les formes des trapèzes symétriques témoigne-t-il d'une industrie standardisée du moins pour les armatures.

Tabl. 45. Dimensions et qualités techniques des trapèzes symétriques de Creac'h Miné Vihan

		L_{max} (cm)	l_{moy} (cm)	e_{moy} (cm)	Support	Faciès	Retouches bases	Retouches côté haut	Retouches côté bas
ultramylonite et cataclasite	G17	1,6	1,25	0,3	lame	ultra-cataclasite	rasantes et semi-abruptes	abruptes inverses	abruptes inverses
	D23	1,61	1,18	0,25	lame	ultra-cataclasite	semi-abruptes	abruptes inverses	abruptes inverses
	Q16	1,1	0,9	0,2	lamelle	ultramylonite s.s	semi-abruptes	abruptes inverses	abruptes inverses
silex	D22	1,57	0,88	0,15	lamelle	?	?	abruptes inverses	abruptes inverse
	I20	1,7	1,21	0,12	éclat laminaire	?	?	abruptes inverses	abruptes inverses

a-3- Synthèse sur les armatures trapézoïdales.

La figure 78 représente les variation des paramètres morphométriques de l'ensemble des armatures trapézoïdales montre une constance dans la variation de l'épaisseur et largeur des supports quelque soit la roche. Ceci pourrait traduire l'utilisation d'une technique de débitage constante (percussion dure attestée). La production de trapèzes asymétrique ayant privilégiée l'utilisation de supports larges et allongés, la variation de la longueur de ces armatures est moins standardisée. Le choix de faciès de roche dans la production des trapèzes privilégie l'uniformité de la structure rocheuse (ultracataclasite, ultramylonite *s.s*. et silex). La corrélation entre la longueur et la largeur pour les trapèzes symétriques est similaire à celle observée sur le site de Beg-er-Vil (Quiberon, Morbihan) (Marchand, 1999) ceci à cause des supports qui sont pour la plupart laminaires. Ce rapport entre longueur et largeur est moins contrasté pour le site de Kerliézoc (Plouvien, Finistère).

Le rapport entre les trapèzes symétriques et asymétriques du site de Créac'h Miné Vihan pose un grand problème du fait de l'estimation de l'asymétrie non évidente sur certaines armatures. Le rapport longueur/largeur pour les trapèzes symétiques varie entre 1,2 – 1,4 (l'individu D22 faisant exception par sa largeur faible) (Tabl. 46). Les trapèzes asymétriques du fait de la variabilité des supports montrent un rapport assez large allant de 1,3 – 2,5 et ce quelque soit la roche ou le support (le trapèze B23 se rapproche d'une armature symétrique) (Tabl. 47).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

On pourrait aussi associer aux bitroncatures symétriques les individus A34 et C16 (Fig. 79 et 80).

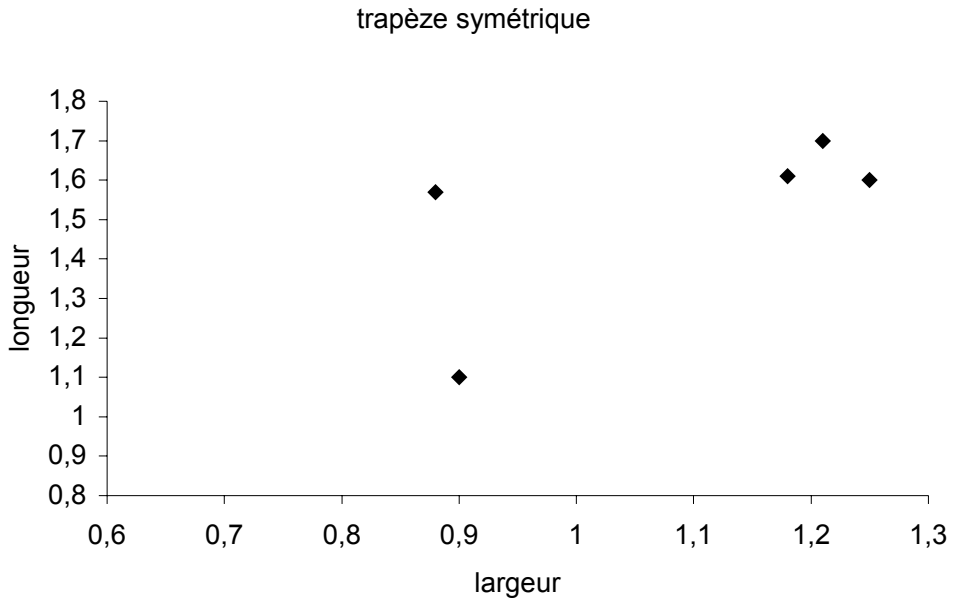


Fig. 77. Corrélation entre la largeur et la longueur des trapèzes symétriques

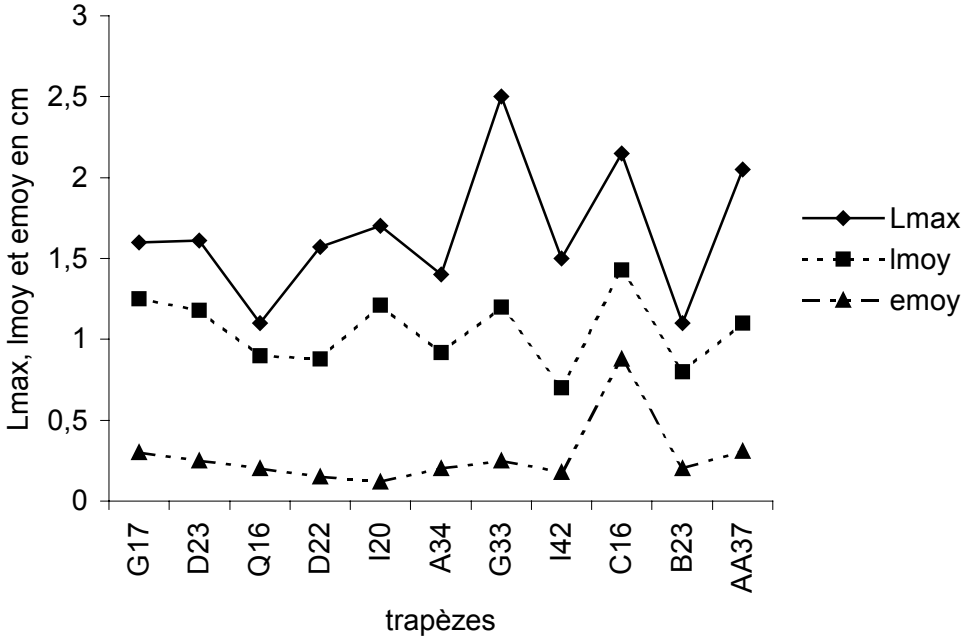


Fig. 78. Variation des paramètres morphométriques des armatures trapézoïdales de Creac'h Miné Vihan

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 46. Rapports Longueur /Largeur des trapèzes symétriques

trapèzes symétriques	L_{max}/l_{moy}
G17	1,28
D23	1,36
Q16	1,22
D22	1,78
I20	1,40

Tabl. 47. Rapport Longueur/Largeur des trapèzes asymétriques

Trapèzes asymétriques	L_{max}/l_{moy}
A34	1,52
G33	2,08
I42	2,14
C16	1,50
B23	1,37
AA37	1,86

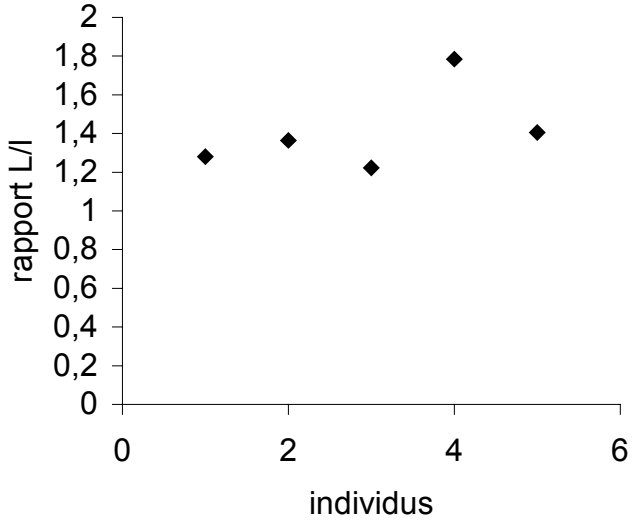


Fig. 79. Rapports Longueur /Largeur des trapèzes symétriques

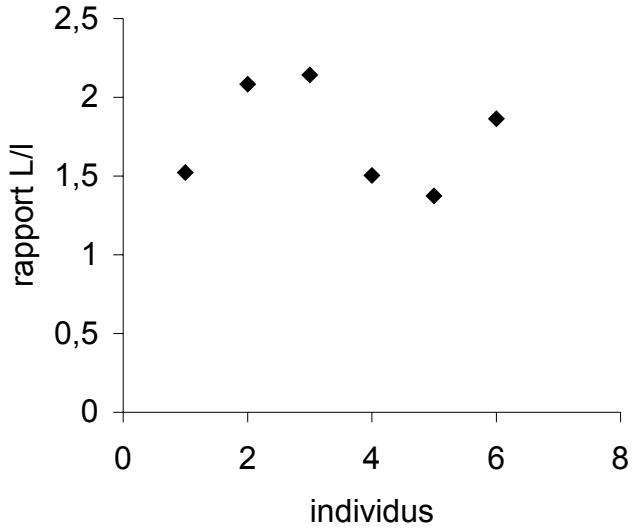


Fig. 80. Rapports Longueur/Largeur des trapèzes asymétriques

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 48. Dimensions comparées des bitroncatures symétriques à Beg-er-Vil (Quiberon, Morbihan), à Kerliézoc (Plouvien, Finistère) et à la Presqu'île (Brennilis, Finistère) (Josselin et *al.*, 2003).

Site	exploitation	Longueur (L_{max}) en cm	Largeur (l_{moy}) en cm	Epaisseur (e_{moy}) en cm	L_{max}/l_{moy}
Beg-er-Vil	Sondage	1,39	1,13	0,25	1,3
Kerliézoc	Sondage	1,55	1,23	0,27	1,3
	Planigraphie	1,48	1,2	0,27	1,3
	Plani-corrigée	1,46	1,2	0,26	1,3
La Presqu'île	Estran	1,54	1,16	0,23	1,4

En comparaison avec des mesures obtenues au sein d'ensembles lithiques de la même période (Tabl. 48), il apparaît que le site de Creac'h Miné Vihan présente un rapport L/l pour les armatures symétriques sur support lamino-laminaire proche de ceux obtenus pour les sites de Beg-er-Vil (Quiberon, Morbihan), Kerliézoc (Plouvien, Finistère) et la Presqu'île (Brennilis, Finistère).

b- L'outillage commun sur lames et lamelles

Les produits lamino-lamellaires utilisés représentent 14% de l'outillage (hors armatures) sur le site de Creac'h Miné Vihan. Cependant une très grande différence existe par rapport aux proportion dans l'outillage sur silex et ultramylonites. Les lamelles représentent la totalité des produits lamino-lamellaires en ultramylonites et 1/4 de ceux en silex. Cette absence de lames utilisées en ultramylonites pourrait-elle être la conséquence de leur utilisation pour la fabrication d'armatures ? il semble que l'absence de lame de plein débitage (seuls trois fragments proximaux représentant des individus véritables) vient argumenter cette hypothèse. On ne peut cependant en dire plus. Les traces d'utilisation s'observent essentiellement sur les bords latéraux. Comme dans le cas des lamelles d'ultramylonites, on note l'absence de lame entières dans le débitage brut en silex. Tout comme les lamelles, l'utilisation se situe sur les bords latéraux et sans aménagement par retouche des bords.
Une seule proximale de lame tronquée en silex est observée au sein des outils. La troncature est oblique.

c- L'outillage commun sur éclats

Les éclats utilisés constituent 47% de l'outillage commun dont 57% des outils en ultramylonites et 15 % de ceux en silex. La sélection dans de supports différents pour l'outillage se dessine fort bien par cette répartition. Le silex est le matériau de prédilection dans la confection et l'utilisation des produits lamino-lamellaires tandis ultramylonites et cataclasites prédominent dans l'outillage commun sur éclats.

Les dimensions moyennes (L, l, e) des éclats utilisés en ultramylonites et cataclasites sont (1,5-3,5 ; 1-1,5 ; 0,3-0,5) (Fig. 81, Tabl. 49). En comparaison aux classes moyennes d'éclats observées précédemment (*cf. 1-1-1-3-b*) sur les ultramylonites et cataclasites (1,5 – 2 ; 0,8 – 1,5 ; 0,3 – 0,5) et (2,5 – 3,5 ; 1,5 – 2,3 ; 0,3 – 0,6), il semble que toutes les gammes d'éclats sont employées comme outils.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 49. Mesures des longueurs, largeurs et épaisseur des éclats utilisés en ultramylonites et cataclasites.

numéro	L_{max}	l_{moy}	e_{moy}	L/l
A23	3,56	3	0,98	1,18
C23	-	0,85	0,2	-
D33	3,5	1,68	0,4	2,08
E32	1,93	1,2	0,3	1,61
E36	0,9	0,2	-	4,5
E34	1,2	1,1	0,2	1,09
E35	1,8	1	0,3	1,8
H15	1,3	1,9	0,55	0,68
H41	2,4	0,92	0,35	2,61
I24	3,9	1,6	0,5	2,44
I32	1,7	1	0,31	1,7
I19	1,65	1	0,28	1,65
J35	2,62	1,6	0,45	1,64
N9	3,52	2,5	0,55	1,49
N8	3	1,1	0,52	2,73
O12	2,81	1,13	0,4	2,48

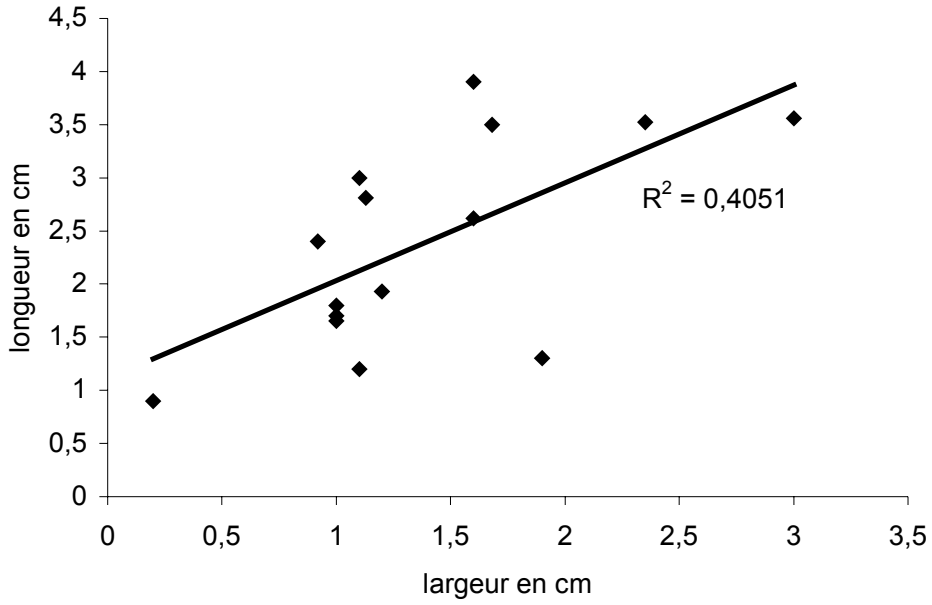


Fig. 81. Diagramme des longueurs fonction des largeurs d'éclats utilisés en ultramylonites et cataclasites

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

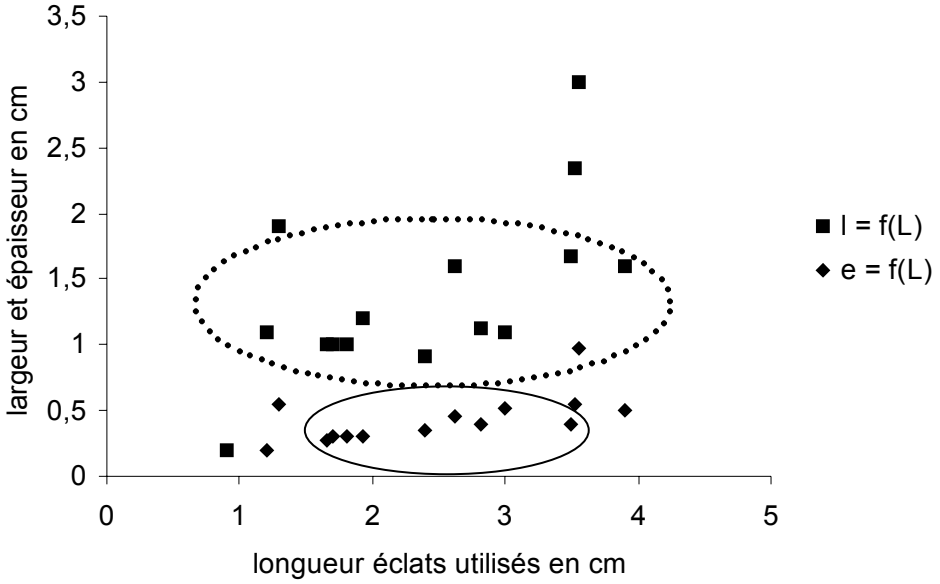


Fig. 82. Diagrammes l = f(L) et e =f(L) des éclats utilisés en ultramylonites et cataclasites.

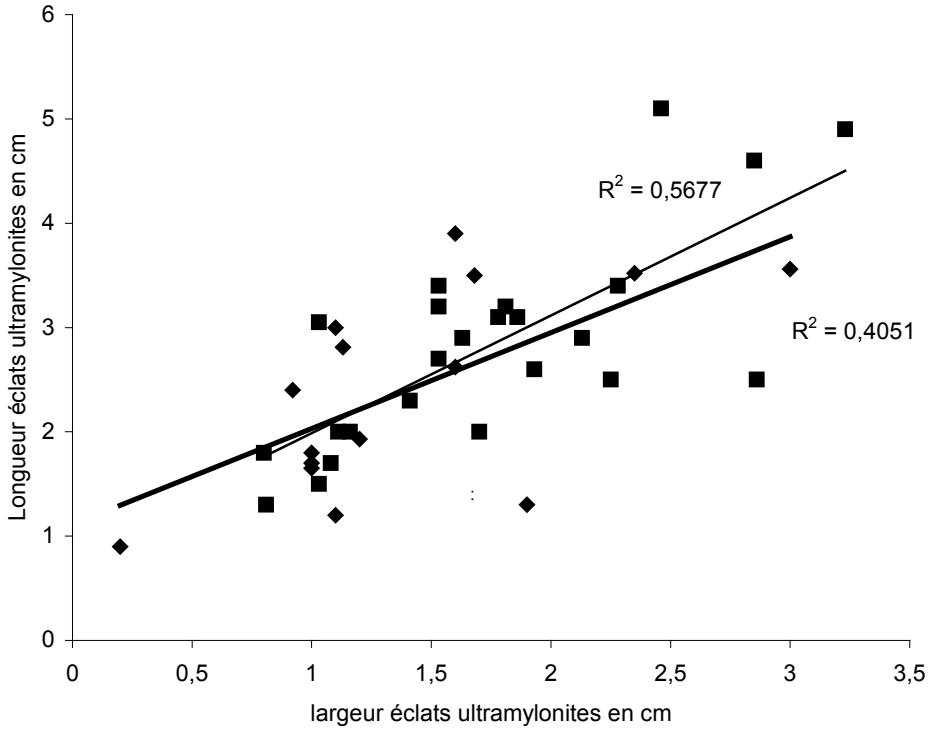


Fig. 83. Diagrammes comparés des longueurs fonction d'éclats en ultramylonites et cataclasites : carré= éclats de plein débitage ; losange= éclats utilisés.

La figure 83 montre des courbes de variation d'éclats utilisés et d'éclats de plein débitage en ultramylonites et cataclasites très proches. La sélection de certains modules d'éclats pour l'utilisation ne se dessine véritablement pas.

Les éclats à coche se trouvent essentiellement sur support éclat. On note un NMI de dix, dont six en ultramylonites et quatre en silex. Les coches se produisent précisément sur les

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

extrémités proximales latéralisées soit à gauche ,soit à droite ou simultanément des deux côtés. Notons une utilisation importante des coches qui sont comptés comme des éclats utilisés. La coche semble avoir alors une fonction d'utilisation << *a priori* >>.

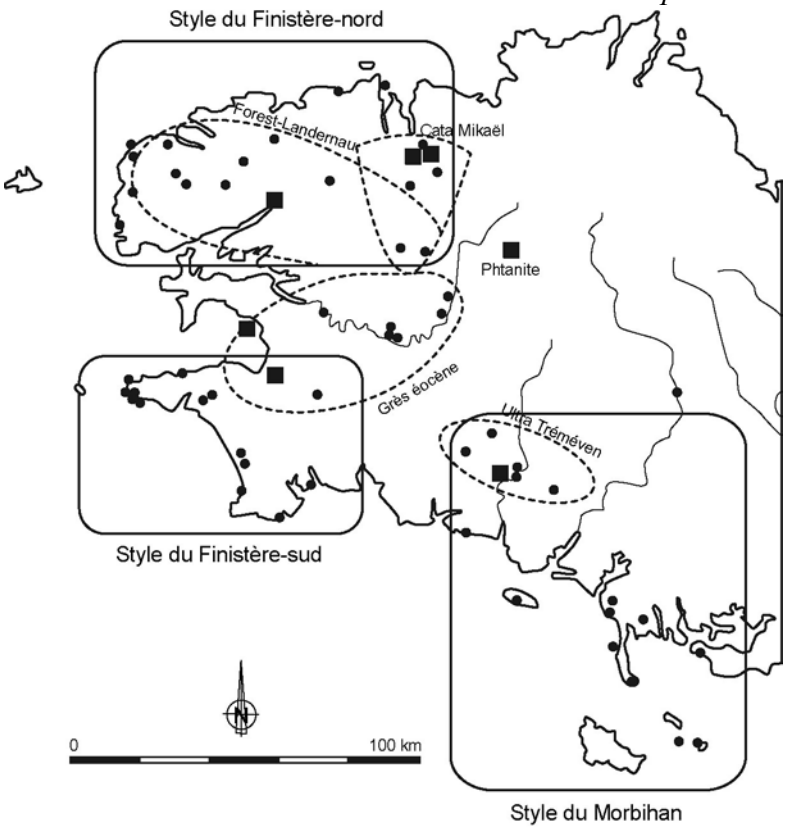


Fig. 84. Distribution de certains marqueurs du Mésolithique final en Bretagne : types de bitroncatures symétriques (lignes pleines) et auréoles de diffusion des matériaux autochtones (lignes tiretées). Les gîtes sont signalés par un carré noir, les sites mésolithiques par un point noir (Marchand, 2003, modifié).

On note trois éclats tronqués en ultramylonites. Elles sont toutes obliques et rectilignes par rapport aux bords. Les faibles proportions d'éléments tronqués témoigne peut-être d'un faible taux de production d'armatures. La taille des supports est très variable. Il serait donc peu appréciable vue le nombre d'individus de catégoriser les supports.

Un seul denticulé a été décompté. Il s'agit d'un éclat épais (L= 3,1 cm, l= 2 cm, e= 0,5 cm) sous faciès cataclasite portant trois retouches semi-abruptes profondes latérales inverses latérales (n= 2) et distale (n=1). Il porte sur sa partie basale une troncature qui semble être une cassure accidentelle.

Les pièces esquillées sont au nombre de deux (le premier en ultramylonite et le second en silex). Elles sont issues de deux éclats épais. Le support du premier est un éclat d'aménagement portant les négatifs de détachement de lamelles et éclats larges, et celui du second, un éclat de plein débitage portant sur sa face inférieure les traces d'enlèvement d'un éclat fuyant et sur sa face supérieure des négatifs de petits éclats .
Le faible nombre de pièces esquillées ne permet pas de comparer cette collection à celle d'autres sites du Téviécien tel Kerliézoc (Josselin et *al*., 2003), pour lequel l'outillage

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

commun est peu diversifié et dominé par les troncatures et les denticulés, à l'inverse de la collection de Creac'h Miné pour laquelle on a très faible taux de troncatures et denticulés.

1-1-1-5- Conclusion

La collection lithique analysée est limitée par le nombre d'éléments. Comme dans la majeure partie des collections en Bretagne, le nombre restreint d'armatures contraint l'étude de la variation des styles régionaux. Le comportement des hommes du Mésolithiques final face aux matériaux montre des approches différentes à diverses étapes du débitage et de la fabrication des outils.
Il semble selon les synthèses réalisées par O. Kayser en (1989, 1992) et G. Marchand (1999) que le Téviecien se distingue par un taux de trapèzes symétriques de plus en plus élevé par rapport à celui des trapèzes asymétriques dans sa phase récente, un taux faible de lames et d'armatures. Ce caractère est beaucoup plus marqué dans la phase finale par une quasi absence de trapèzes asymétriques.
La suprématie des armatures symétriques entraînerait l'attribution de ce site au faciès régional de Beg-er-Vil largement dominant dans le Finistère (Marchand, 2005a), contrairement au faciès Hoëdic dans lequel dominent les armatures asymétriques (bitroncatures trapézoïdales et triangulaires).
Si l'on tient compte de la position géographique de ce site (Finistère sud) par rapport aux précédents (Finistère nord et Morbihan) il semble se produire lorsque l'on passe du nord de la Bretagne vers le sud une augmentation de ce rapport et ce au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la côte avec un poussée E-W très marquée, dessinant par là même des styles géographiques assez bien définis par G. Marchand (2003) (Fig. 84). Les styles régionaux subiraient alors cette double contrainte N-S et E-W.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-1-2-Le site de Cobalan (La Forest-Landerneau, Finistère)

1-1-2-1- Situation et description du site.

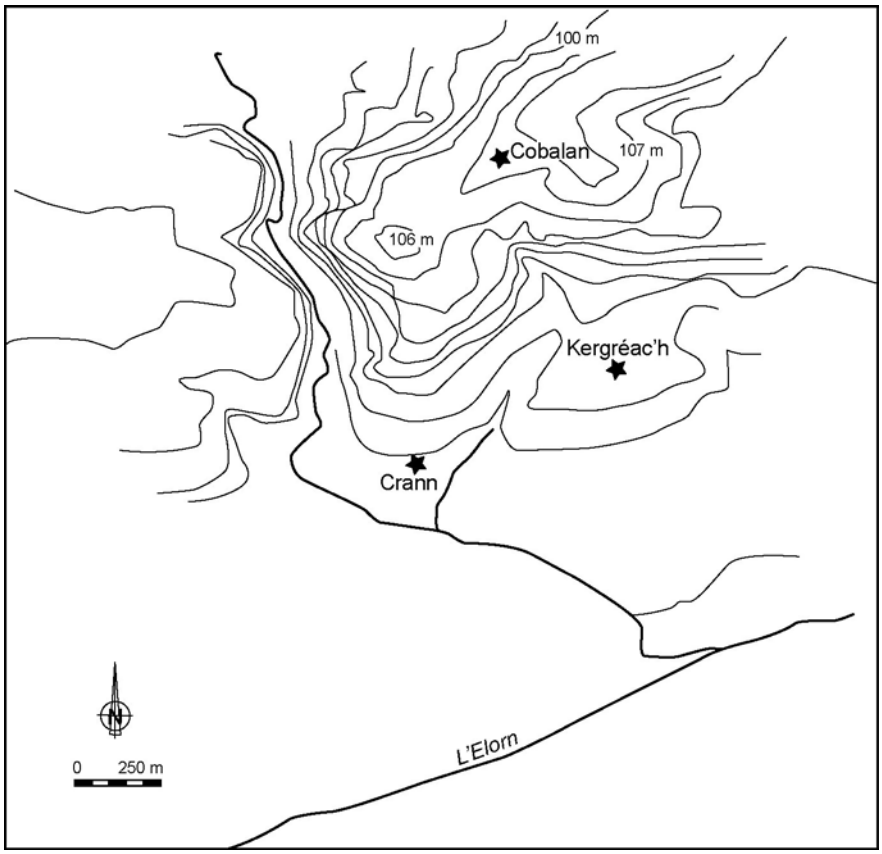


Fig. 85. Localisation du site de Cobalan

Le site Mésolithique de Cobalan se situe à une altitude d'environ 106 mètres sur le flanc Est d'un bras principal de l'Elorn, en plein sur le Cisaillement Nord Armoricain (CNA) (Fig. 85). Il s'agit d'un site de surface découvert en 1999 lors des campagnes de prospection réalisés par la C.R.B.C. Le lit de l'Elorn se trouve à 2,2 kilomètres suivant un tracé directe. Le gisement de microquarzites FL du Crann est situé à 1,1 kilomètres et celui de Kéradoret se trouve à plus de 12 kilomètres. La pente du terrain du site de Cobalan à l'Elorn est estimée à 22 % et celui du gisement du Crann à 10%.

1-1-2-2- Présentation de la collection , problématique et limites

La majeur partie de l'industrie est constituée d'éclats, le débitage lamellaire étant insignifiant. La présence remarquée d'une plaquette de schiste à stries plus ou moins parallèles ne saurait nous obliger à reconsidérer l'appartenance de ce site à la phase finale du Mésolithique. L'abondance de microquarzite s'explique par la proximité du site d'un gisement très bien connu : celui du Crann situé dans la même commune. La quantité de matériel récoltée et étudiée suppose alors que le site n'a pas été appréhendé dans sa globalité. Il revient donc à analyser la représentativité des vestiges examinés.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

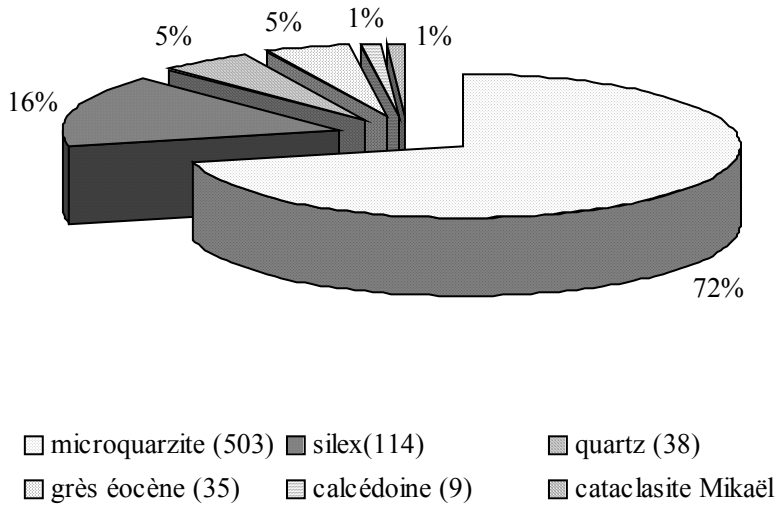


Fig. 86. Pourcentage relatif des roches sur le site de Cobalan

Une part importante de notre analyse portera sur les deux principaux matériaux observés (microquarzite type La Forest-Landerneau et silex). En dehors de l'abondance de microquarzite expliquée ci-dessus, le taux de silex (16%) (Fig. 86) suppose en fonction de la position du gisement et de la bordure littorale, un éloignement de 20 à 25 kilomètres des cordons de galets actuels. Cette importation de silex à moyenne distance est un fait récurrent dans les industries du Mésolithique final. L'importance relative de la quantité de matière importée par rapport à celui du site de Creac'h Miné Vihan (site majeur d'exploitation d'ultramylonites et cataclasites type Tréméven à 56% d'ultramylonites et 42% de silex) est un fait important. Plusieurs hypothèses pourraient expliquer cette différence au sein des deux sites :

- La qualité « relative » de la matière locale par rapport à celle du silex importé. Cette notion de qualité « relative » est à vérifier à tous les niveaux du débitage. Il reste néanmoins que l'aspect général du travail de la matière tend à favoriser l'utilisation de microquarzites que celle d'ultramylonites.

- La quantité de matière locale ne peut être avancée, du fait de la proximité des gisements exploités.

- L'importance de la collection ou de la superficie du site : ce trait d'analyse défavorise le site de Cobalan qui semble n'avoir pas été découvert dans sa totalité. Cependant, la proximité du gisement tend à relativiser les différences qui pourraient exister si le site avait été entièrement mis à jour

- Les relations de proximité existant entre les populations côtières et celles du site étudié et les échanges sont des facteurs qui contraignent l'analyse des matériaux. Cette dernière hypothèse complèterait alors la première citée ci-dessus.

Le nombre restreint d'armatures est un fait marquant de cette industrie. En effet, la taille des galets de silex initiaux et la qualité des microquartzites sont des inconvénients à la production

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

de produits lamino-lamellaires, supports privilégiés d'armatures. Il sera sans doute aussi difficile d'intégrer cette industrie dans l'un des ensembles techno-typologiques régionaux.

1-1-2-3- Les supports escomptés

Les éclats représentent plus de 30% des produits du débitage (Fig. 87). La différence observée dans le nombre d'éléments en microquarzite et en silex (Tabl. 50, Annexe 3) laisse penser que ce caractère devrait s'exprimer par une quantité en produits différente d'un matériau à l'autre. L'application de modèles d'exploitation différents pour les divers matériau semble être l'hypothèse de d'analyse principale à vérifier.

Les histogrammes en pourcentages de NMI pour chaque type d'éléments à l'inverse des observations faites sur le site de Creac'h Miné Vihan, montrent des disparités très importantes pour les matériaux. Cette observation qui semble éloigner les modèles d'exploitation des deux sites, est en fait un facteur de convergence. En effet, les écarts dans les proportions des produits reflèteraient ceux des matières premières, et peut-être (hypothèse complémentaire à vérifier) ceux d'un usage moins complexe des matériaux bruts. Un des produits qui entretient la première de ces hypothèses est la proportion en éclats (environ 7/10ème en microquarzite et 2/10ème en silex du NMI de ces produits) (Fig. 91).

Le débitage lamino-lamellaire représente seulement 1.4% de l'industrie brute, ce qui sous-entend qu'elle n'occupe qu'une part minoritaire comme dans toutes les industries de cette période. Les esquilles et cassons constituent 3/10ème du débitage brut (16,4 % et 18,5% respectivement du NMI du débitage brut). L'abondance de ces produits est-elle le reflet de la quantité de matière première (Fig. 86) disponible ou simplement d'une utilisation non contrôlée (peu économe) des matériaux ? Il est alors important d'analyser les proportions de ces produits par type de roche. La première observation que l'on peut faire est la prépondérance du microquarzite pour ces produits. Cette analyse est détaillée un peu plus bas. L'hypothèse de l'abondance de matière est celle qui attire le plus notre attention. Il reste néanmoins qu'une gestion peu économe de la matière ne doit pas être écartée car pourrait être une conséquence de la quantité initiale en matériaux. Le pourcentage en NMI total des produits entrant dans les phases de décorticage, d'aménagement, d'abandon ou de fin de débitage (éclats corticaux + éclats semi-corticaux + éclats d'entame + éclats aménagements + nucléus) est de 19%. Ce qui correspond à environ 1/5ème du débitage brut. Par rapport à l'ensemble de l'industrie, cette proportion ajoutée à celle des esquilles et cassons (plus de 3/10ème) (soit au total presque ½ du débitage brut) nous renvoie à estimer la rentabilité générale des matériaux à 50%. La moitié de la quantité de matières premières disponibles serait donc constituée de produits susceptibles de représenter des supports d'outils ou même des outils. Cette analyse est sans doute succincte mais exprime assez bien la notion de rentabilité dans la production. Une rentabilité différente sur divers matériaux serait possible. Elle a été évaluée à 34% dans le cas des microquarzites et 43% pour le silex. Ceci témoigne d'une utilisation peu modérée de la matière première en microquarzite comparativement au silex et ce au vue de leurs proportions dans le décompte général de la collection. Il reste que la quantité de supports ayant fourni des outils n'est pas pris en compte ici, ce qui représente une limite à cette analyse. Cependant peut-on juger l'économie de ces populations comme productives ou non ?

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

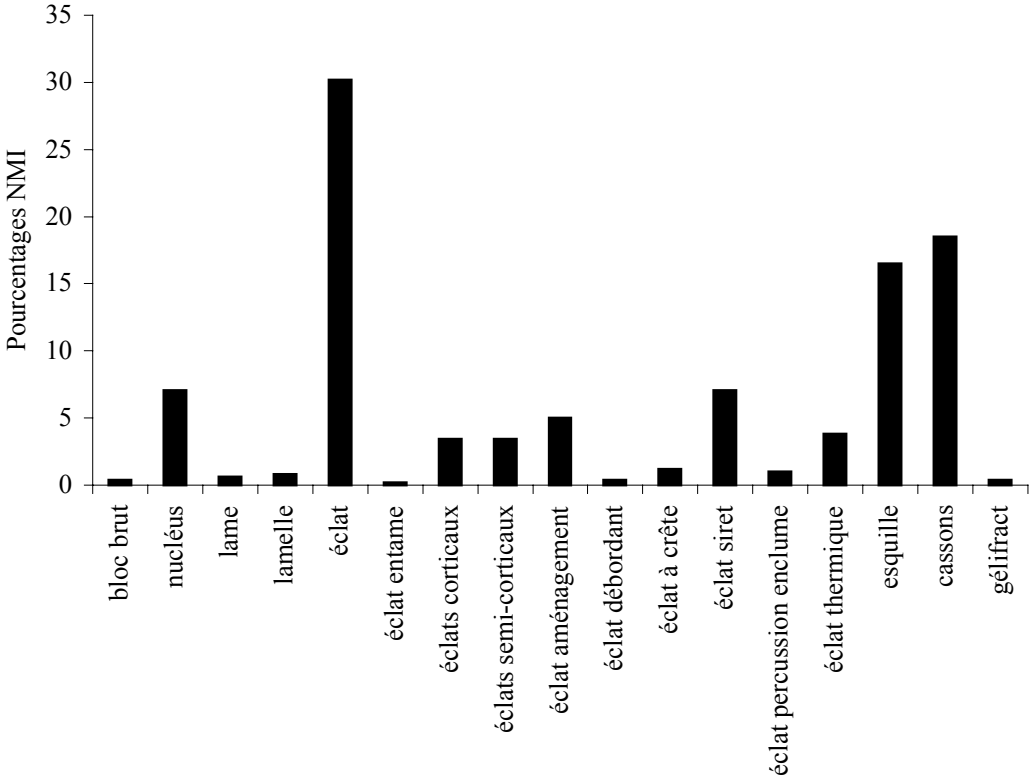


Fig. 87. Pourcentages en nombre minimum d'individus du débitage brut de Cobalan.

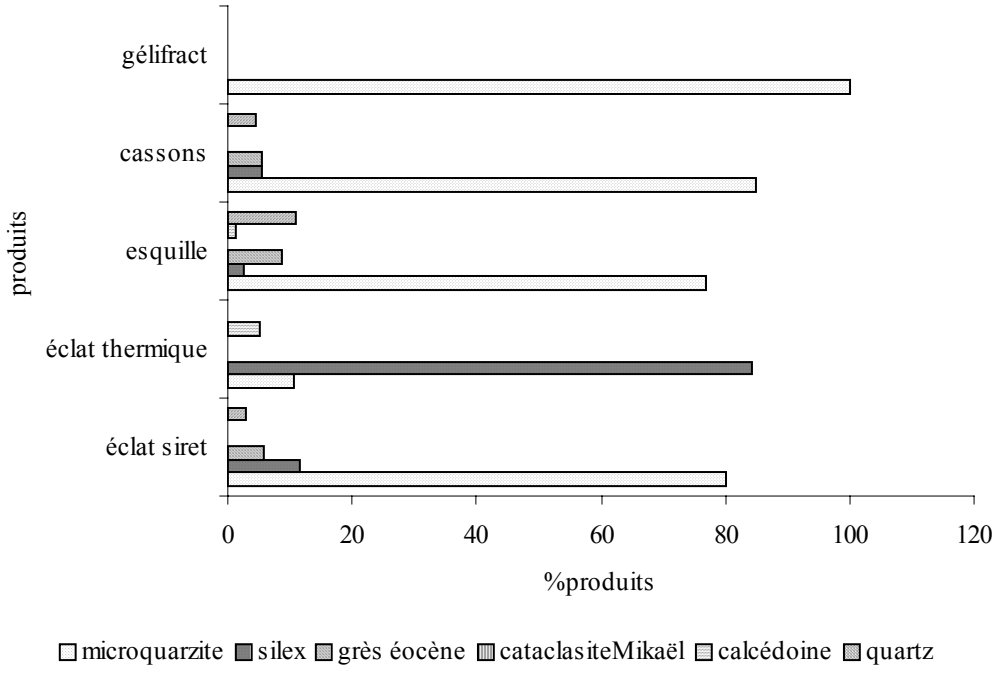


Fig. 88. Pourcentages des produits non désirés sur le site de Cobalan

1-1-2-4- Les chaînes opératoires.

a- Une chaîne opératoire intégrée

a-1- Les phases d'aménagement et d'entretien du débitage : techniques et produits.

On note sur le site d'étude une quasi-absence d'éclats d'entame (Tabl. 50, Annexe 3). La taille de l'échantillonnage semble à l'origine de ce manque. En effet, l'ensemble du site semble n'avoir pas été couvert malgré l'importance des vestiges en notre possession. Un seul élément en silex a été identifié. De dimensions moyennes L= 3,9 cm , l=2,3 cm et e= 0,5 cm . Il semble obtenu par percussion sur enclume par application d'une force parallèlement à l'axe d'allongement maximal du bloc à partir duquel il a été détaché, ceci par analogie avec la taille des nucléus en silex rencontrés. Les négatifs de détachement que portent les plans de frappe sur certains nucléus pourront sans doute nous aider à mieux appréhender ce phénomène de percussion sur enclume.

Les éclats corticaux et semi-corticaux (Fig. 87) constituent à parts égales 6,8 % du débitage brut compté en NMI . Constitués essentiellement de microquarzite et de silex, les éclats corticaux comprennent en moyenne une demi-part de chacun des matériaux (53 % microquarzite et 47 % silex). En revanche au sein des éclats corticaux, une nette dominance des éléments en microquarzite s'affiche: plus de 8/10 (Fig. 89). Les dimensions des éléments à cortex entier sont très disparates pour le microquarzite. Dans le cas des éléments en silex leur nombre faible ne permet pas de discuter sur la taille. La moyenne du rapport L/l est sensiblement de 1 ?5 (Fig. 90) avec un écart grand entre les valeurs faibles et élevées . La largeur moyenne des éclats semi-corticaux est égale à 2/5 de leur longueur.

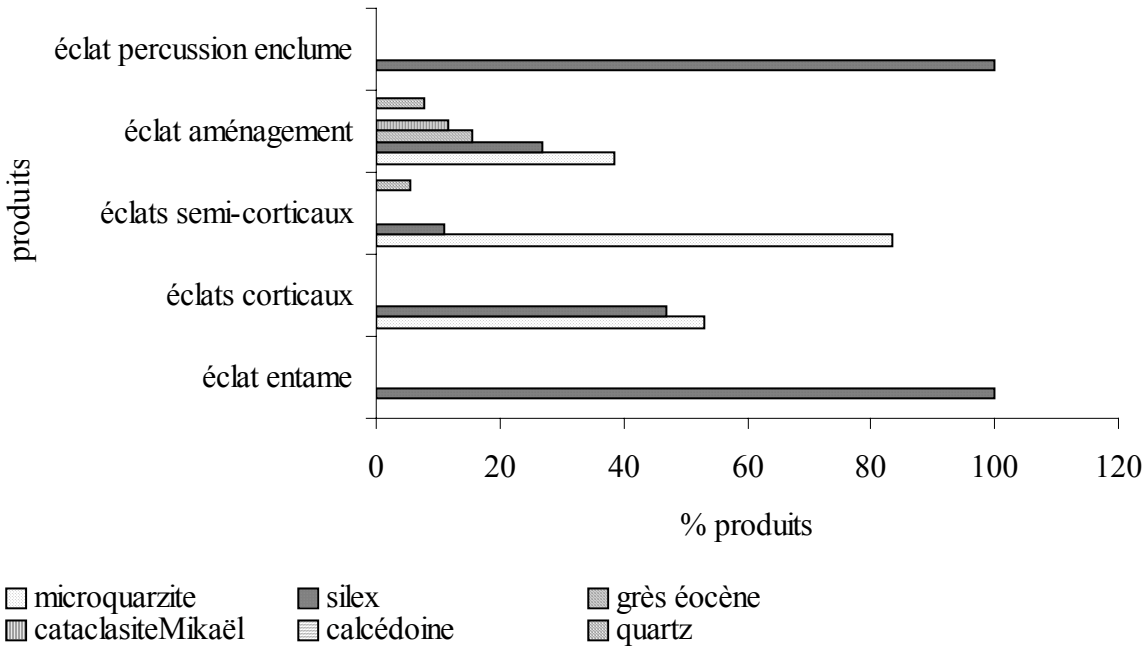


Fig. 89. Pourcentages des produits d'entretien du débitage sur le site de Cobalan

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

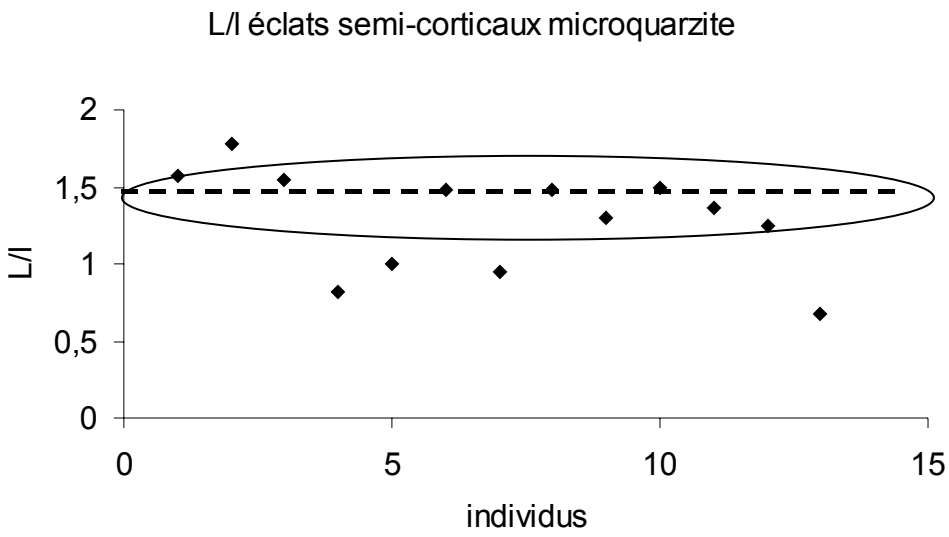


Fig. 90. Variation du rapport Longueur/Largeur des éclats semi-corticaux en microquartzite sur le site de Cobalan

Les éclats d'aménagement, au nombre de 25 constituent environ 5% du débitage brut (Fig. 87). Un certain nombre d'éclats portant en partie un cortex ont été dénombrés comme faisant partie de cet ensemble et non pas au groupe des éclats corticaux et semi-corticaux en raison de leur fonction et ou position dans la chaîne de débitage, en lien avec leur morphologie et la nature des enlèvements qui les précèdent. Leur taux faible s'explique parfois par la difficulté d'identification de ce qui peut être le cortex de microquarzite et l'étendue de la collection étudiée.
La présence de deux éclats d'aménagement en quartz portant un néo-cortex d'altération et les restes d'un contact avec un micaschiste ou gneiss (muscovite) est notée. Il s'agit en effet en se basant sur l'étude faite par L. Chauris et B. Hallegouët (1973) des gneiss de Brest renforçant ainsi l'idée d'exploitation d'un affleurement proche (en l'occurrence celui du Crann, Forest-Landerneau).
Le talon des éclats d'aménagement est en majeure partie lisse large ou lisse mince avec parfois un facettage qui ne s'observe que sur quatre individus en silex.

Le graphe ci-dessus (Fig. 91) montre une nette croissance de l'allongement maximal du produit avec la largeur. La distinction entre les produits en silex et ceux en microquarzite est nette, avec cependant une zone de chevauchement. Cette dichotomie dans les dimensions des produits est due à la taille des blocs bruts et à leur forme (majoritairement tabulaire pour le microquarzite et ovalaire pour le silex).

Les négatifs d'enlèvements observés sur ces produits montrent une constance dans leur orientation. Les deux principaux types d'orientation pour les éclats d'aménagement en silex sont unipolaire et bipolaire d'axes perpendiculaires. On constate aussi que le nombre d'enlèvements (3 à 8) augmente avec la longueur maximale des éclats d'aménagements.
Les éclats à crête sont en majorité obtenus dans un microquarzite (exemple) (Fig. 94, n° 1, Annexe 3), ces éclats dits « à crête » participent simplement à la mise en forme d'un nucléus. Il ne semble pas y avoir de gestes intentionnels devant mener au détachement de lames ou

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

lamelles. En effet, l'orientation des négatifs d'enlèvements portés par ces éclats ne témoignent d'aucun aménagement spécifique (exemples d'enlèvements bifaciaux ou sur un seul versant). Un seul individu présente une retouche semi-abrupte inverse (Fig. 94, n° 1, Annexe 3).

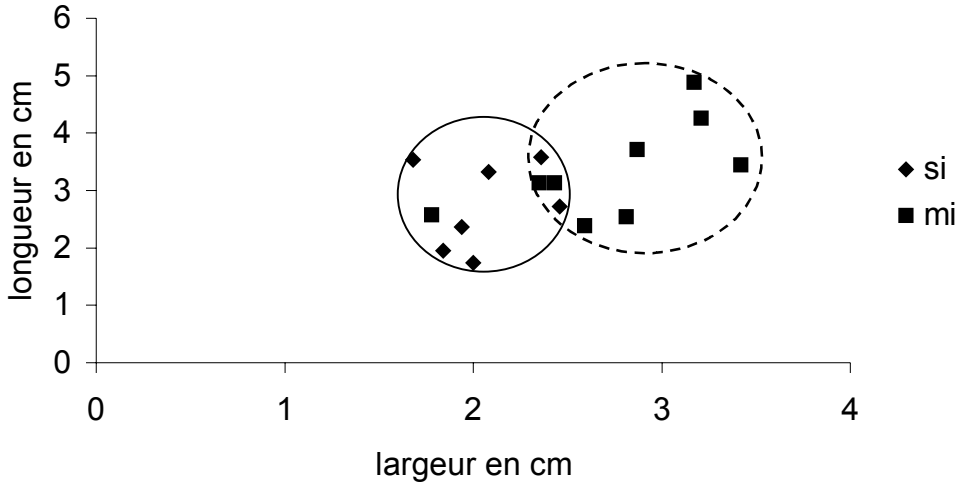


Fig. 91. Diagramme L=f(l) des éclats d'aménagement sur le site de Cobalan

a-2- Le plein débitage : techniques et produits.

a-2-1- Les produits

Les éclats représentent 30 % du débitage brut du site dont 72 % en microquarzite et 20 % en silex (Fig. 92). Cette dominance de microquarzite s'explique par la proximité du gisement exploité (Le Crann, Forest- Landerneau).

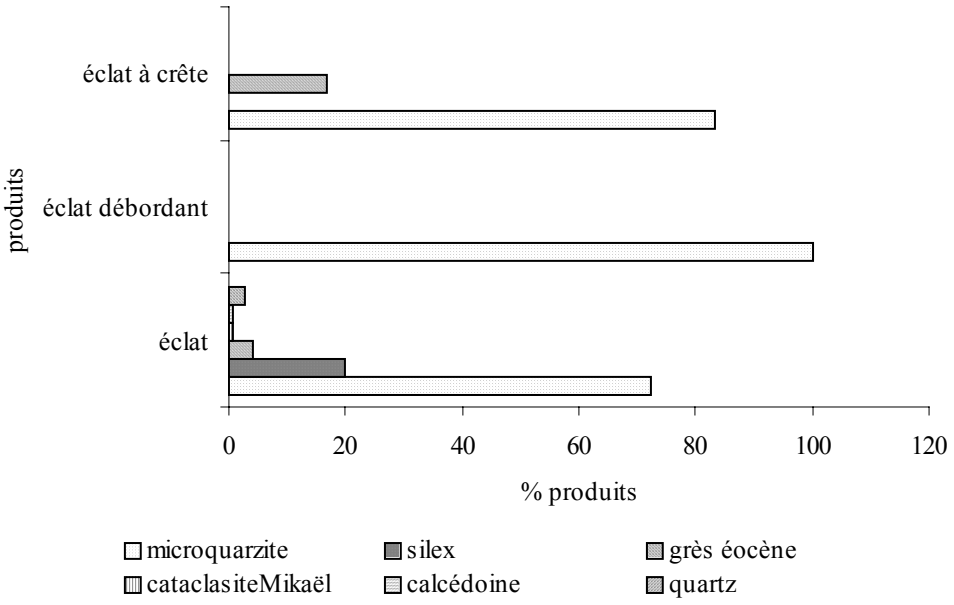


Fig. 92. Taux minimum d'individus (éclats) au sein du débitage brut. Variation selon la roche

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

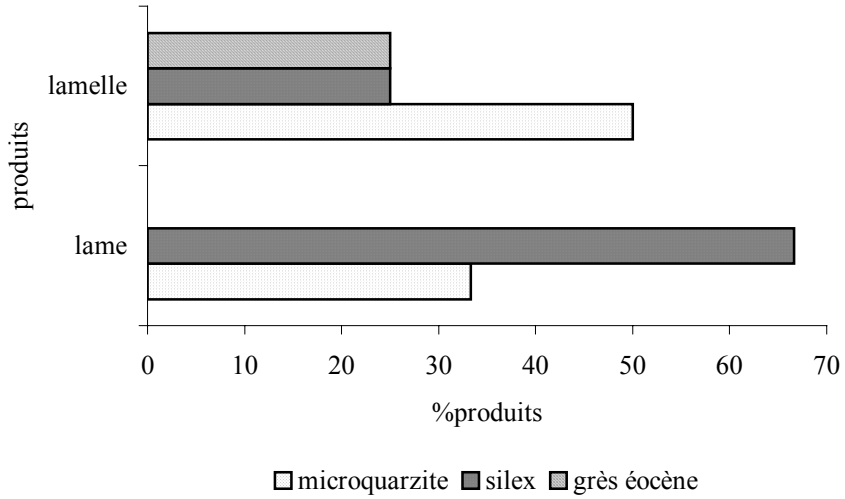


Fig. 93. Taux minimum de lames et lamelles par matériau au sein du débitage brut

Les produits lamino-lamellaire représentent seulement 1,4% de l'industrie brute. Trois matériaux (Fig. 93) (les plus fins et homogènes) sont utilisés. Le silex domine dans ces produits, malgré l'abondance du microquarzite (respectivement 66,6 % et 33,3 % pour les lames, 25 % et 50 % pour les lamelles). Notons que les grès Eocènes représentent aussi 25 % des lamelles. Le nombre de ces éléments dans la collection ne permet pas d'effectuer une étude plus approfondie des points de vue faciès de roche, morphométrie des produits, technologie de débitage et autres. Ce manque d'éléments d'interprétation est à lier soit à l'étendu de la collection, soit au transport des supports lamellaires hors site pour confection des outils et armatures. Cette seconde hypothèse est peu probable au vue du pourcentage de NMI de l'ensemble lames/lamelles (1,4% du débitage brut), des armatures (5% de l'outillage) et celui du couple éclats à coches/éclats retouchés (plus de 55% de l'outillage).

La grande variété de faciès de quartzo-phyllades nous laisse penser que des différences significatives dans le traitement des matériaux peut s'expliquer en premier par un l'établissement au cours du débitage des chaînes opératoires distinctes liées à ces faciès. Il en découlerait par conséquence, selon des objectifs plus ou moins similaires, des produits de dimensions et de taille très intimement dépendant de la roche dans laquelle ils sont extraits.

a-2-2- Une standardisation de la production ou un choix des modules de supports d'outils ?

Une analyse comparative des éclats bruts de débitage par faciès de microquarzite (Fig. 95) et des éclats de silex (Fig. 96) nous montre une concentration suivant la largeur des produits comprise en moyenne entre 1 et 2 cm. Peut-on parler de standardisation en amont de la production des modules devant servir à la confection des outils ? Notons que les produits sous faciès quartzitique sont de largeur supérieure à cette moyenne.

Les négatifs d'enlèvements présents sur les nucléus (Fig. 95) ont une largeur et une longueur inférieure au centimètre. Les figures 95 et 96 tendent à confirmer l'hypothèse d'une standardisation des produits débités accompagné d'un choix des modules les plus grands (faciès quarzitique) pour la confection des produits à coche. Les éclats en silex attestent de ce choix des modules.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

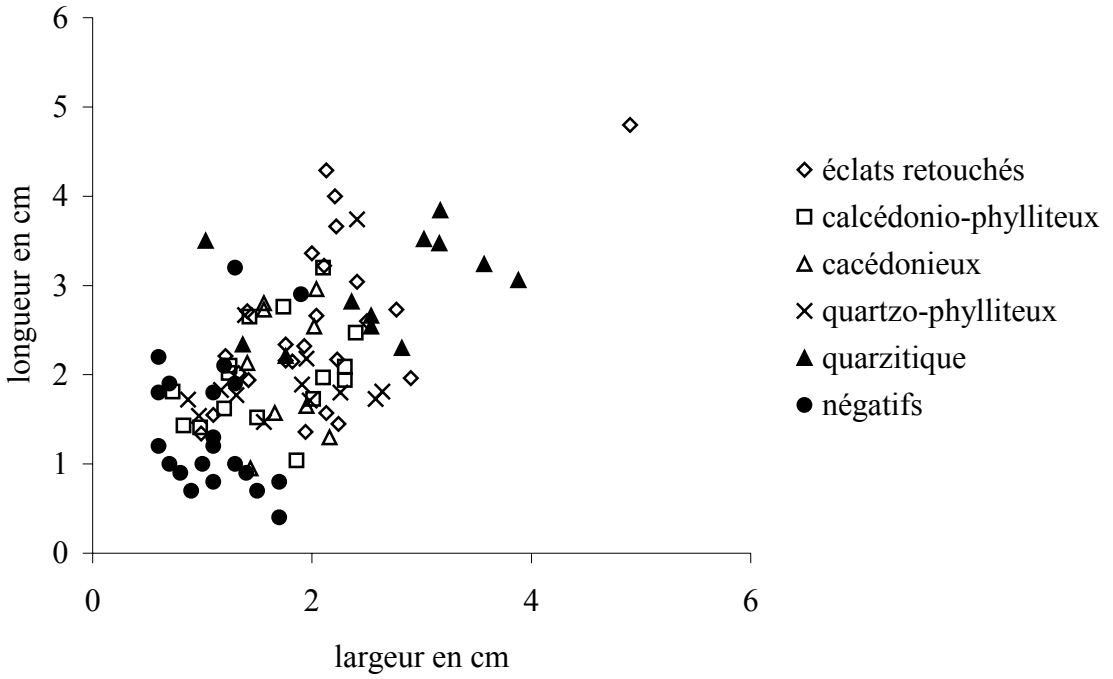


Fig. 95. Diagramme L=f(l) des éclats comparé à celui des éclats retouchés selon le microfaciès des microquartzites

a-2-3- L'analyse morphométrique des éclats

a-2-3-1- Les micoquartzites

La figure 96 montre assez bien les différences que l'on s'attendrait à observer dans les dimensions des produits et ce selon le faciès de microquartzites.
Les faciès calcédonio-phylliteux et calcédonieux, très proches se trouvent composés d'éclats de largeur aussez uniforme. Seule la longueur varie de 1 à 3 cm. A l'inverse des produits précédents, ceux obtenus sous faciès quartzo-phylliteux possèdent une épaisseur assez constante quelque soit la longueur de l'éclat. Il est donc intéressant d'y voir une possible standardisation des produits sous influence de la matière. Y a t-il une dichotomie dans le devenir des produits ? Les techniques et méthodes sont t-elles différentes dans les deux cas ? l'absence de possible remontage ne nous permet pas d'évaluer les dimensions successives des éclats le long de la chaîne de débitage.

Comme le montre la figure 98, près de 40 % des éclats en silex a subi une chauffe. Dans le cas des microquartzites, cette différenciation n'a pas été particulièrement notée du fait que le détachement des gros blocs des affleurement par l'usage du feu pourraitêtre expliquée par la dureté élevée de la roche. Il n'a cependant pas été noté un réel usage du feu au sein des éclats de plein débitage.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

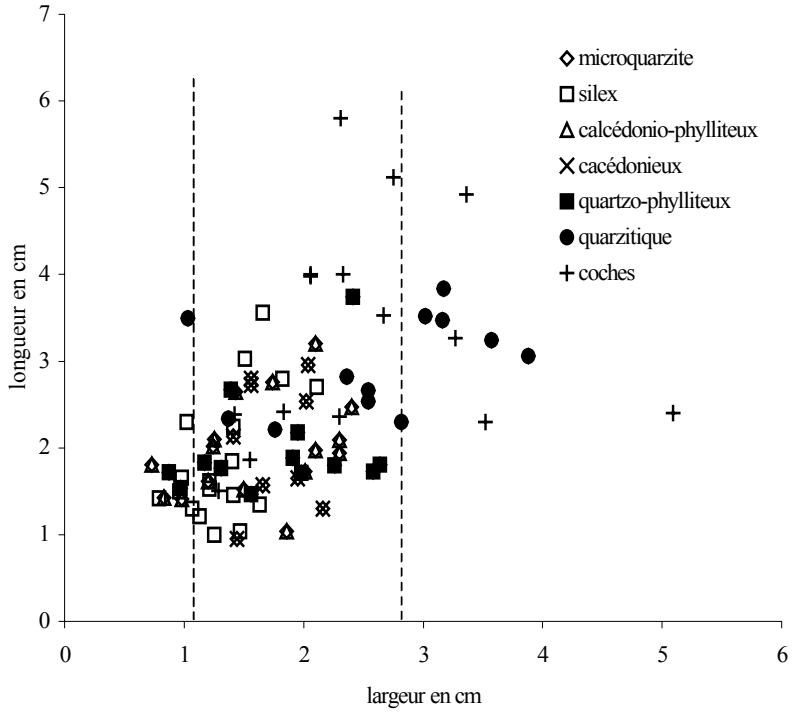


Fig. 96. Diagramme L=f(l) des éclats de Cobalan

a-2-3-2- Le silex

Les graphiques ci-dessous (Fig. 98 et 99) qui montrent l'expression des fonctions L= f(l) et L= f(L/l) des éclats en silex sont probablement la preuve de l'application d'une certaine technique de débitage constante produisant des enlèvements constituant deux grandes classes morphométriques de longueurs moyennes 1,5 cm et 3 cm. A l'inverse des éclats en microquarzite (faciès quarzitique et quartzo-phylliteux) la constance dans la longueur n'exprime ni un traitement différentiel au sein du matériau ni une réponse différentielle de la roche. Notons que les rapports L/l respectent bien cette dichotomie des produits. On ne peut cependant situer ces derniers dans deux étapes ou phases de débitage différents par manque de remontage.

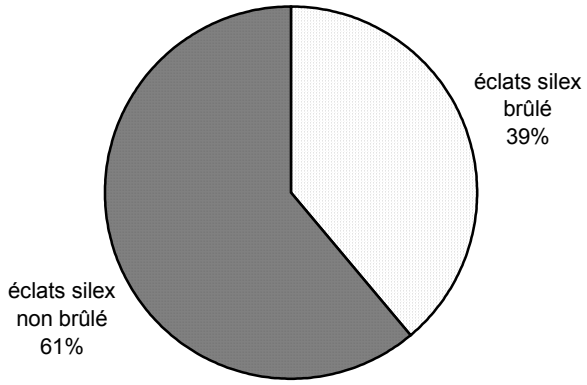


Fig. 97. Etat thermique des éclats en silex

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

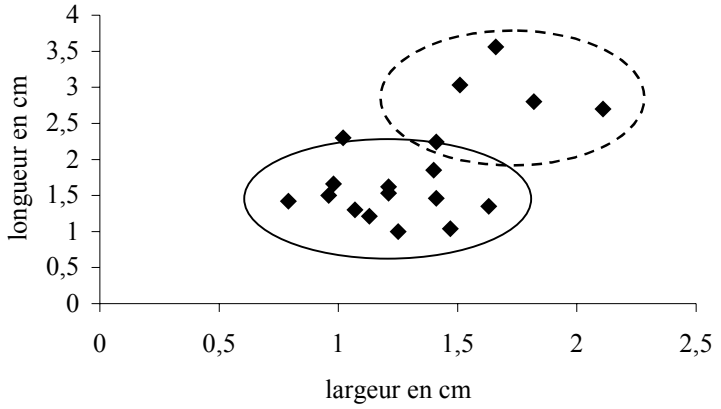


Fig. 98. Graphique L=f(l) des éclats en silex

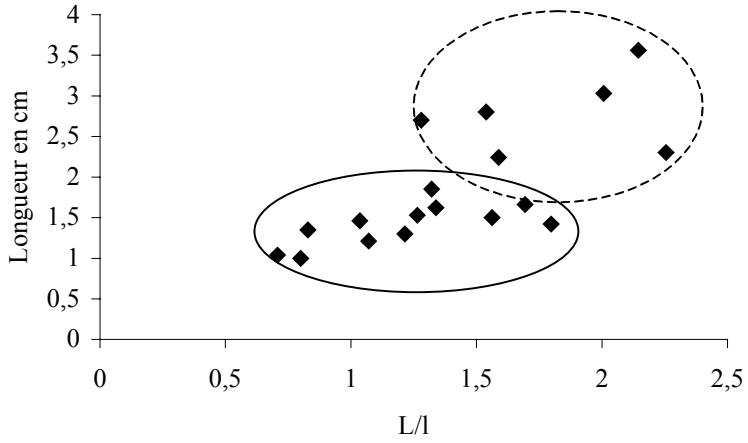


Fig. 99. Graphique L=f(L/l) des éclats en silex

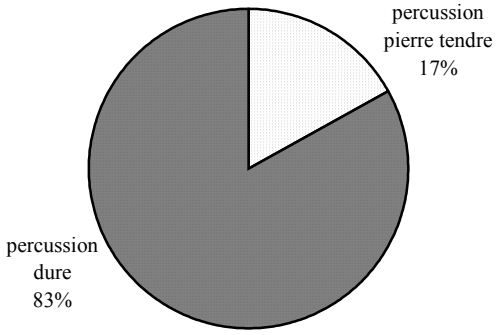


Fig. 100. Taux d'utilisation des techniques de débitage sur les éclats en silex

La concentration des points de mesure de la longueur des éclats en silex sur la valeur limite de 1,5 cm ne s'observe également que dans le cas des faciès quartzo-phylliteux. L'importance du faciès de la roche quant aux dimensions des produits voulus devient indéniable.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

a-2-4- Les techniques de percussion

Les éclats comme les lames et lamelles de plein débitage sont essentiellement obtenus par percussion dure. Le nombre restrinct de produits lamino-lamellaires ne nous permet pas de discuter de la nature de leurs talons. Les traits caractéristiques de la percussion à la pierre tendre bien définis par J. Pelegrin (2000) sont présents pour 17 % des éclats en silex (Fig. 100). Cette dernière technique n'a pas été détectée dans le cas du microquarzite. Il s'agit sans doute de l'expression de l'application beaucoup plus posée de la force du tailleur. Ce pourcentage d'éclats de percussion à la pierre tendre est négligeable car les négatifs d'enlèvements présents sur les éclats sont en majorité constitués d'éclats minces.

a-2-4-1- Modalités du débitage dans la chaîne intégrée : les nucléus

Les nucléus constituent près de 5,8 % (NMI= 35) du débitage brut de ce site, avec très proportions variables suivant les matériaux. Au vue de l'abondance relative des divers matériaux, la prédominance d'éléments en microquarzite et silex n'est pas anodine (71,4% de microquarzite, 20% de silex, 2,85% de grès Eocène, 2,85% de calcédoine et 2,85% de quartz) (Fig. 101).

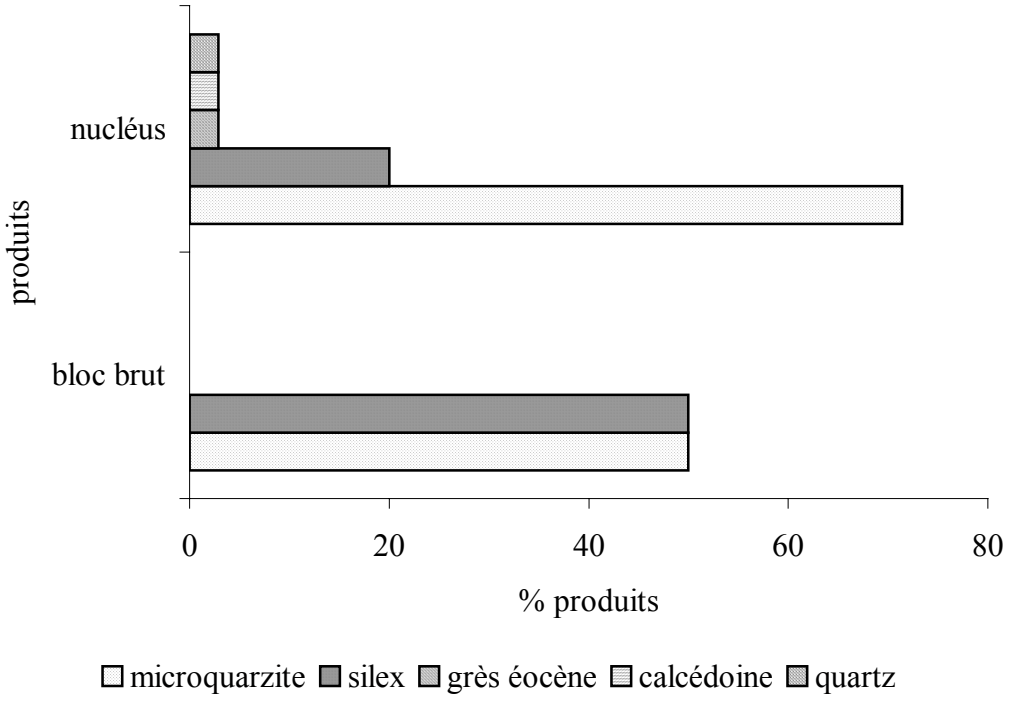


Fig. 101. Taux minimum de nucléus et de blocs bruts par matière.

L'analyse du débitage sera par conséquent beaucoup plus accentuée sur les deux principaux matériaux présents et possédant un nombre minimum d'individus conséquent pour une étude comparative des méthodes et des techniques de production.

Tout comme certaines industries du Téviécien (exemple de Beg-an-Dorchenn, 7 % des nucléus), les nucléus à lames et lamelles sont très faiblement représentés. Seuls trois individus (1 unipolaire en microquarzite, 1 multipolaire en silex et 1 unipolaire en grès Eocène) présentent des négatifs de détachement de lamelles, soit 8,7 % des nucléus de la collection (Fig. 102). L'on peut soumettre plusieurs hypothèses pour expliquer cette quasi-absence : une première hypothèse serait la quantité de matériel récolté. La sous-représentativité de nucléus à

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

lamelles et lames pourrait aussi avoir pour origine la place du débitage lamellaire au sein de l'industrie. Cette dernière se placerait en amont de la chaîne de débitage des éclats ou serait incorporée à cette dernière. On ne peut rejeter la première (quantité de matériel), car elle influe sans doute sur les proportions mais à moindre importance que les deux dernières sus-citées. En effet, on observe sur certains éclats d'aménagements des traces de débitage lamellaire ou laminaire (Fig. 102).

Cependant, on ne peut pas lever le doute sur la place du débitage lamellaire, vu de la taille des nucléus portant les stigmates de ce débitage. En effet, ils sont de dimensions similaires aux nucléus à éclats observés. La succession lamelles-éclats n'est pas systématique, à moins qu'il s'agisse d'une volonté d'abandon de la part du tailleur, la forme des nucleus ne pouvant justifier un probable choix des nucléus à lamelles.

La quantité d'éléments retrouvés en microquarzites FL est bel et bien un reflet de la proximité du gisement. L'analyse des faciès pour chaque élément est un argument important de cette analyse. Un fait remarquable de cette industrie est la dominance des modalités unipolaire et multipolaire (Fig. 102 ; Fig. 129, Annexe 3). Le silex tout comme le microquarzite ne déroge pas cette règle (Fig. 103 et 105). Notons cependant que cette répartition des modalités n'est pas identique, selon le faciès de roche présent. Les éléments unipolaires sont dominés par les faciès les plus fins à isotropie élevée (faciès calcédonieux et calcédonio-phylliteux : total de 85,7%) tandis que la multipolarité se trouve contrainte en majeure partie par les faciès quarzitique et quartzo-phylliteux (total de 71,4%). Un peu plus grossiers que les précédents. Quelques éléments d'une méthode récurrent centripète (Fig. 107, n° 3 et 4) et bipolaire (Fig. 108, Annexe 3) sont présents dans des proportions égales (deux individus dans chaque cas).

Il ne semble pas avoir eu de dimensions particulières d'abandon des nucléus. L'observation d'une décroissance des dimensions entre les nucléus, les produits de débitage (éclats) et les négatifs des derniers enlèvements portés par les nucléus sont un facteur important de l'analyse de la complémentarité des produits (Fig. 104). Ces derniers éclats se retrouvent dans des gammes de mesures les plus faibles des produits principaux (éclats de plein débitage). Il est fort de constater que parallèlement à ce caractère, les éclats les plus grands sont peu représentés. Ceci témoigne de la volonté d'obtenir des produits de dimensions désirés, et d'une certaine façon d'une standardisation de la production. L'adoption d'une économie de production par élaboration de produits types et de calibres bien définis sensé caractériser la néolithisation se retrouve bel et bien sur se site.

La mise sur pieds de modèles d'exploitation différentiels des matières premières et le caractère industriel constant des produits suggère dès lors, l'établissement d'un réseau d'échanges de matières, de concepts industriels, et *à priori* d'expériences humaines fort importantes dans le quotidien.

L'abandon des nucléus se produit de façon similaire (pour les éléments en silex et microquarzite) autour de deux centimètres de largeur et trois à quatre centimètres de longueur. Les différences notées entre le silex et le microquarzite pour cet abandon sont très peu significatives. L'inversion des proportions entre éléments unipolaires et multipolaires au sein des nucléus en silex (Fig. 105), contrairement aux observations faites sur les nucléus en microquarzite pourrait être dû à la quantité de nucléus et/ou à la qualité (dimensions faibles) initiale des galets. Il n'est pas par conséquent inconcevable de supposer que l'exploitation des blocs bruts ait pour objectif principal la production d'une très grande quantité de produits sans application d'un protocole complexe.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

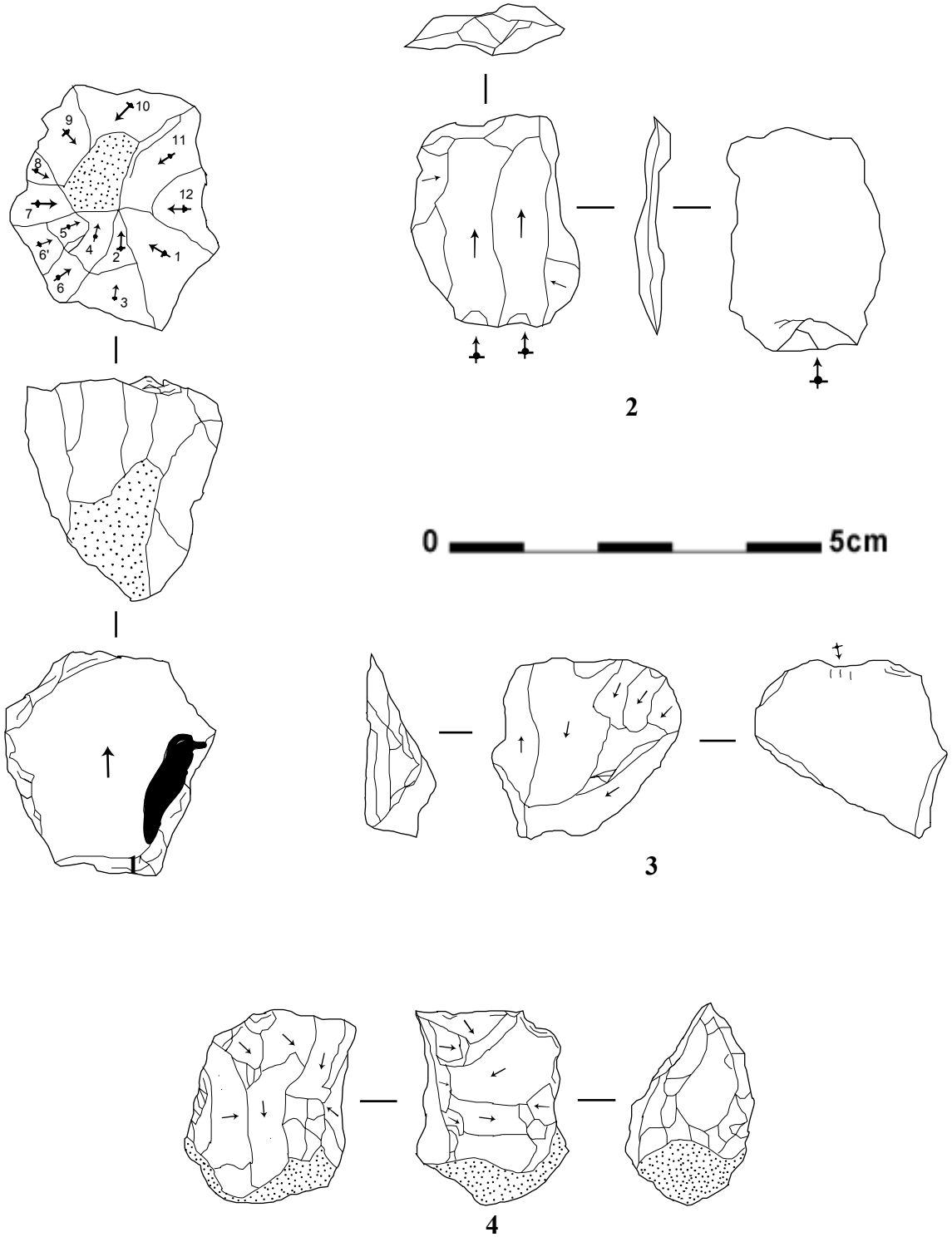


Fig. 102. Cobalan. Nucléus à lamelles : 1unipolaire tournant (microquartzite FL), 3 unipolaire (grès éocène), 4 multipolaire (silex). Eclat d'aménagement : 2 (grès éocène).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

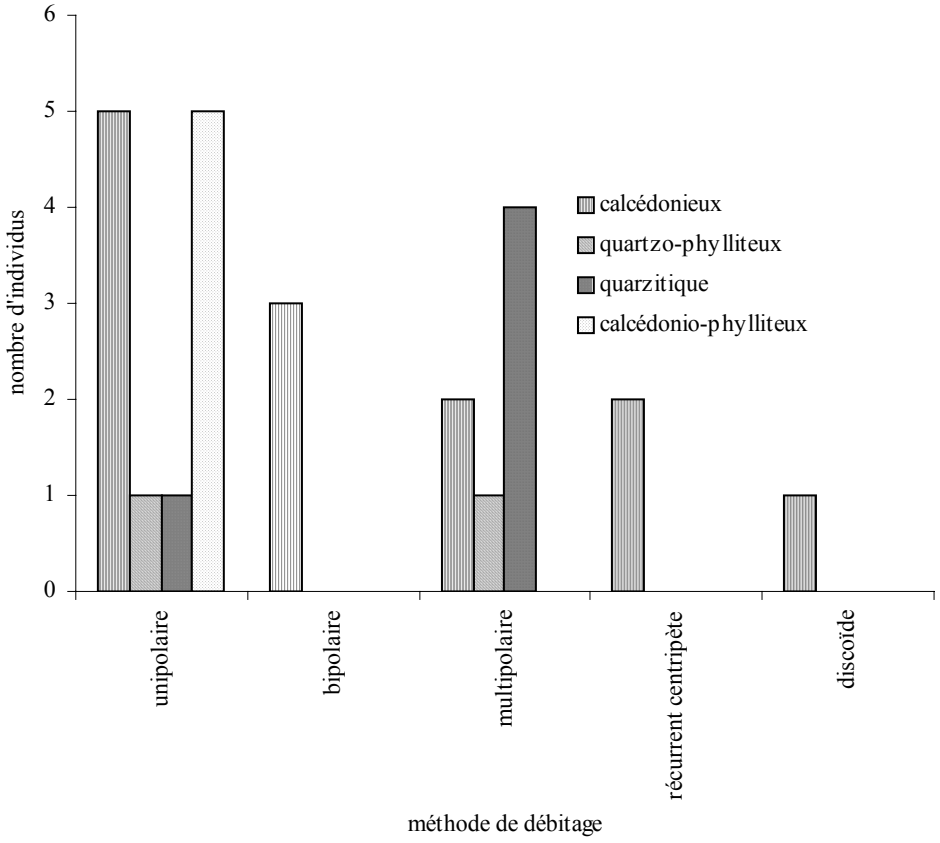


Fig. 103. Influence de la microstructure des microquartzites sur les modalités de débitage des nucléus

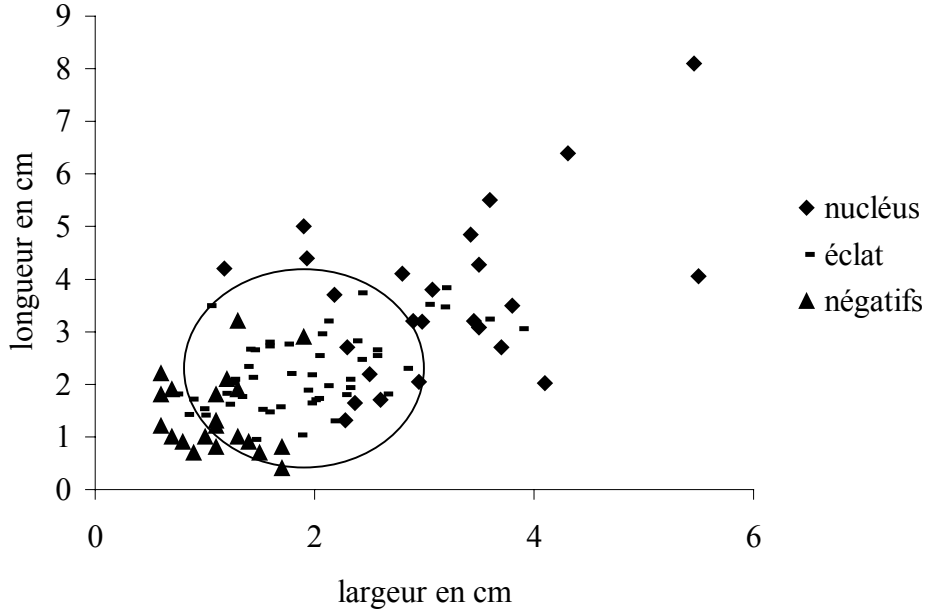


Fig. 104. Comparaison des dimensions des nucléus en microquartzite et des produits du débitage

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

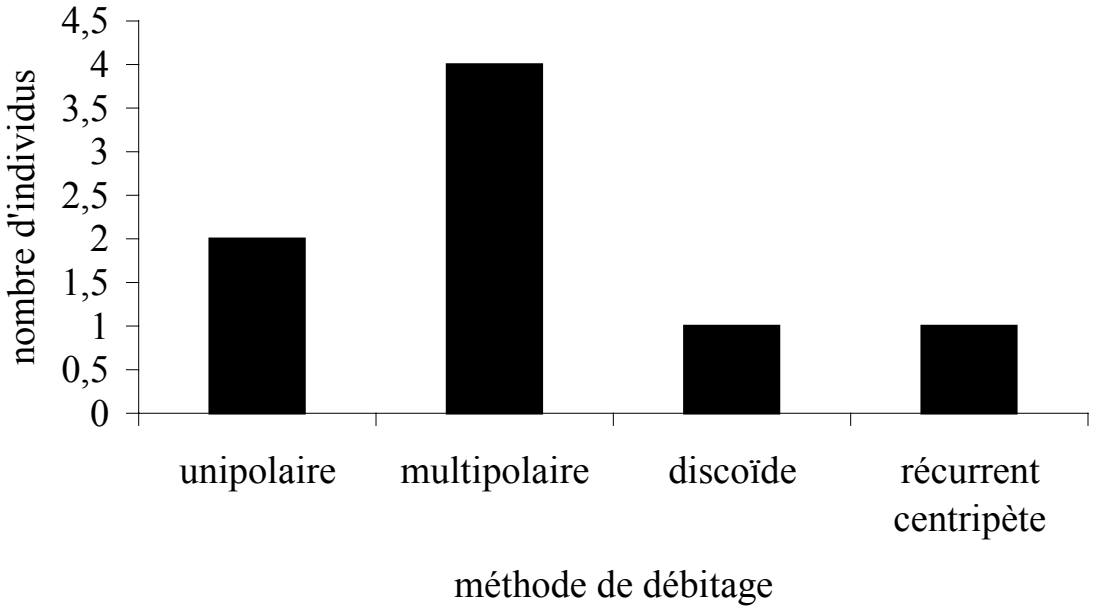


Fig. 105. Modalités de débitage des nucléus en silex

Une superposition ou succession de différentes méthodes de débitage est à envisager dans toute analyse lithique. La présence de certains produits caractéristiques portant des négatifs d'application d'une modalité de détachement différente, la succession des enlèvements ou même la morphologie et les dimensions des certains produits sont autant d'indices exploitables permettant le déchiffrage des méthodes.

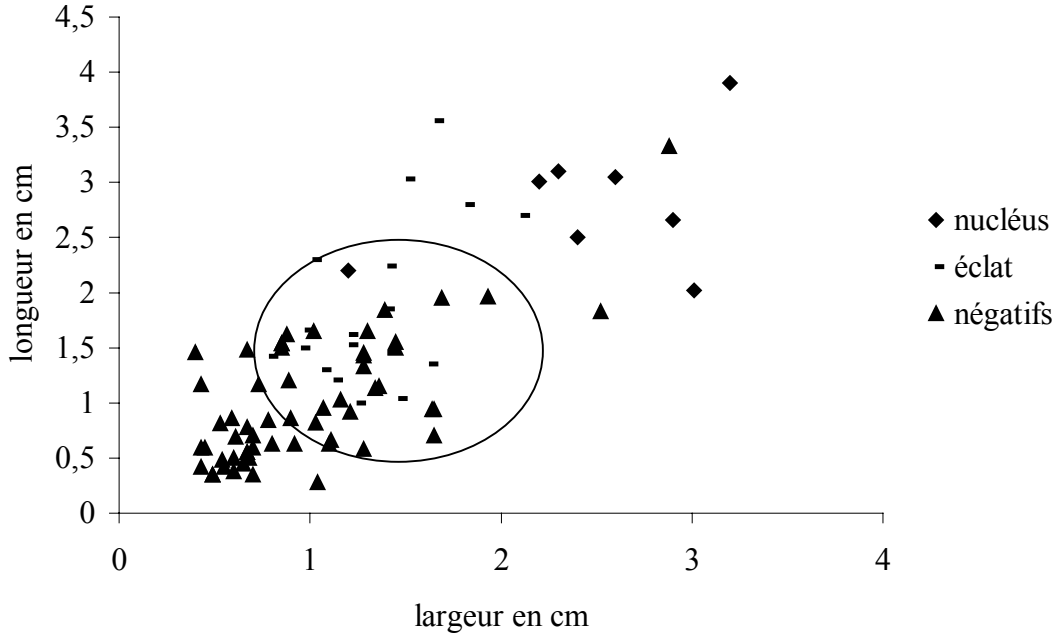


Fig. 106. Comparaison des dimensions des nucléus en silex et des produits du débitage

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

L'étude des produits de débitage et des supports a révélé une exploitation différentielle (nette dans les produits) entre les matériaux et les faciès de matériaux. La facilité que procurent les matériaux à structure fine et isotrope au détachement des produits conduit à la mise sur pied de modalités de débitage peut-être simples du point de vue application, mais non moins imposantes sur le plan de l'adaptabilité à la matière (Fig. 109).

b- La place du débitage discoïde dans l'industrie du site de Cobalan

Le débitage discoïde au sens strict du terme comme définit par E. Boëda (Boëda, 1993) est assez mal représenté, tout comme dans l'ensemble des industries lithiques du Mésolithique récent et final armoricain (Marchand, 1999). Ce mode de débitage est assez bien représenté au Paléolithique moyen (Moustérien), sa définition s'est toujours faite en comparaison au débitage Levallois.
Le débitage discoïde se différencie du débitage Levallois par la production d'une série continue d'enlèvements de direction centripète, aux dépens d'une ou des deux surfaces du nucléus. Le nucléus est alors appelé nucléus Discoïde. Il présente certains traits dont le plus caractéristique est la pointe Pseudo-Levallois (Boëda, 1993). L'absence de ce type d'enlèvement au sein de la collection de Cobalan est notable. Cependant peut-on affirmer qu'il s'agit là d'un signe d'absence réelle de ce mode de production ? Un élément type en microquarzite (Fig. 105, n°1) présente de grandes similitudes avec le discoïde type Külna (tel décrit par Boëda (1993). Le second et dernier élément discoïde découvert est obtenu dans du silex (Fig. 107, n° 2). Ces deux individus sont sans doute très peu représentatifs pour une étude comparative poussée, mais témoignent néanmoins de l'application de ce type de débitage. Ce dernier reste alors, comme dans la majorité des sites du Mésolithique récent et final armoricain très faiblement exprimé (Marchand, 1999).

c- Le débitage récurrent centripète

Le débitage récurrent centripète est anecdotique et mal défini sur le site de Cobalan. Une plausible confusion avec un discoïde n'est pas ignorer. Seuls trois nucléus (Fig. 107, n° 3 et 4) portent des indices concrets de ce débitage. Dans le cas des deux individus en microquarzite, l'application directe de cette méthode par percussion dure est possible. Par contre, en ce qui concerne le silex, il n'est pas impossible que l'application de cette méthode fasse suite à l'application d'un débitage sur enclume pour le décalottage. Des marqueurs de cette superposition dans la chaîne de débitage de méthodes différentes sont la quantité de cortex abondante, la forme du nucléus et la taille initiale du galet brut.

d- Les accidents de débitage

d-1- Les cassons

Constitués à plus de 4/5 de microquarzite, ils représentent 18,5% du débitage brut soit environ 1/5 de part. Nous n'insisterons dans cet analyse que sur le cas des cassons en microquarzite. Le taux très élevé de ces derniers (16% du débitage brut) est lié à la qualité de la matière première, mais aussi au gaspillage de la matière première qui pour ce site est abondante.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

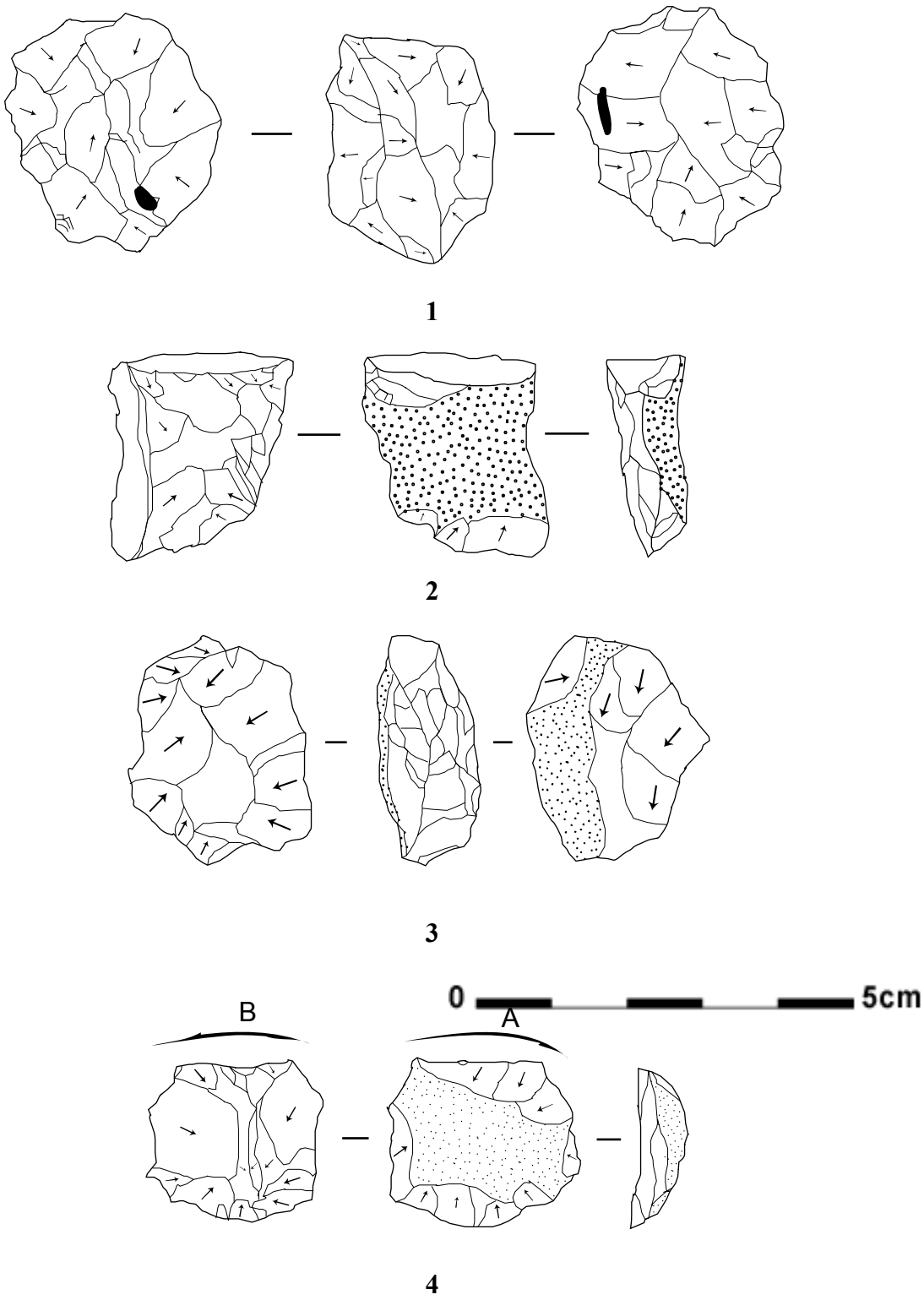


Fig. 107. Cobalan. Nucléus discoïdes : 1 type Külna (microquartzite FL), 2 (silex) ; Nucléus récurrent centripète : 3 (microquartzite FL), 4 (silex).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

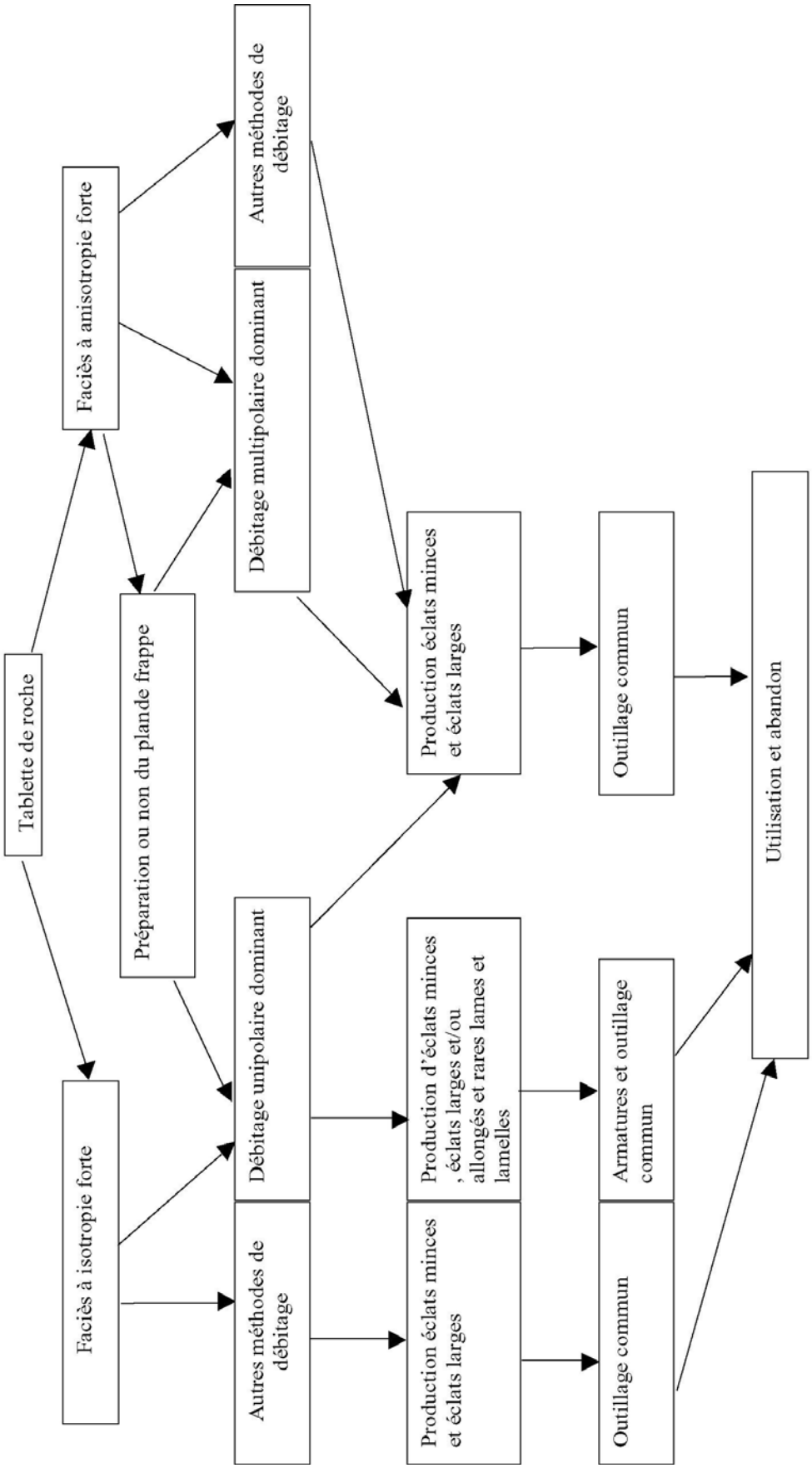


Fig. 109. Schéma conceptuel du débitage des microquartzites du site de Cobalan

d-2- Les éclats siret.

L'abondance d'accidents de débitage tels les éclats siret (7% du débitage brut) s'explique par la qualité de la matière. Plus important dans le cas du microquarzite que du silex ou du grès, elle reflète les proportions des divers matériaux. L'absence de certaines matières telle l'ultramylonite est un signe d'une quantité de produits incomplète. Le report sur le graphe de la largeur théorique (2*l) de ces produits nous permet d'estimer en moyenne les dimensions des produits désirés : l (0,5-1,5 cm), L (1-2,5 cm). Cette classe de produits est assez bien représentée au sein des éclats. L'addition des données obtenues dans le cas des éclats à ceux des éclats siret et des éclats utilisés (Fig. 110) montre une volonté de produire des éclats de dimensions standardisées.

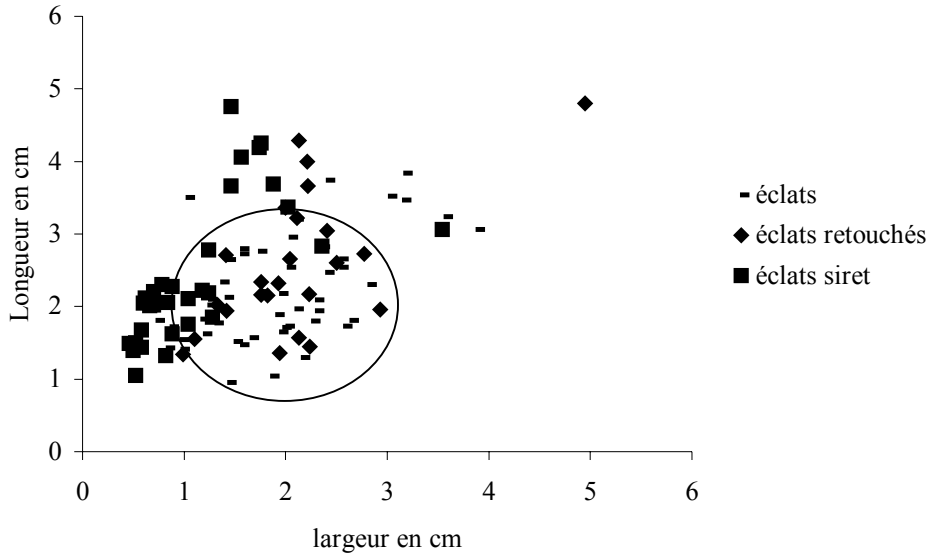


Fig. 110. Dimensions des éclats siret face aux éclats de plein débitage et des éclats retouchés en microquartzite

e- La chaîne opératoire des « éclats débordants »

e-1- Les caractéristiques morphologiques

Nous insistons ici sur l'analyse des éclats débordants (éclats débordants s.s. plus lames débordante) pour la simple raison qu'ils sont très liés à la méthode de débitage appliquée.
Morphologiquement, ce sont des pièces plus longues que larges, de section triangulaire, et présentant un tranchant latéral opposé à « un dos épais » qui forme un angle proche de 90° tant avec la face inférieure qu'avec la face supérieure : il s'apparente donc à des couteaux à dos.

e-2- Les caractéristiques technologiques

L'axe de débitage est généralement confondu à l'axe morphologique de l'éclat à quelques degrés près. Sur la face supérieure, on trouve la trace d'un ou plusieurs négatifs d'enlèvements uni ou multidirectionnels sans contre-bulbes (contrairement à ceux décrits par S. Beyries et E. Boëda (1983) pour l'industrie moustérienne du site de Corbehem (Pas-de-

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Calais, France). Ces enlèvements témoignent ici soit d'une appartenance à un débitage unipolaire, soit récurrent centripète. Le faciès de microquarzite (cacédonio-phylliteux) et la forme des blocs (tabulaires) à partir desquels de tels éclats sont détachés nous laissent présager une appartenance à un débitage plutôt unipolaire que récurrent centripète. L'absence de remontage avec les nucléus de même faciès rend la tâche un peu plus ardue.

La direction des négatifs d'enlèvements visibles sur la face supérieure est identique à l'axe morphologique de l'éclat (Fig. 111), avec des aménagements antérieures (négatifs d'enlèvements ou de retouches latérales) situés sur le dos et perpendiculaires à la surface supérieure. Ces arrachements latéraux ou retouches se produisent parfois au niveau des aspérités (géodes) et sont une preuve de la volonté d'obtenir un type précis de produit. De même les directions de percussion parfois différentes de ces éclats latéraux (postérieurs à l'éclat débordant) confirme cette hypothèse.

L'on peut cependant-être contrarié par la présence de certains éclats retouchés dont le support est très ressemblant à ceux que l'on obtiendrai pour un débitage Levallois. L'absence certaine et irréfutable de cette méthode dans notre industrie et pour le Mésolithique en général nous amène à associer ces éclats à un débitage centripète. Il serait donc possible qu'une succession de méthodes de débitage centripète et unipolaire se soit produite. La phase unipolaire produirait des éclats débordants et la phase centripète, des éclats centripètes. L'ordre d'application de ces deux méthodes est difficile à établir à cause de l'absence de remontage et de l'appartenance des deux éclats caractéristiques précédemment cités à des faciès de roche semblables ou identiques. Cependant, l'existence de ces produits affirme du moins la coexistence de ces deux méthodes de débitage.

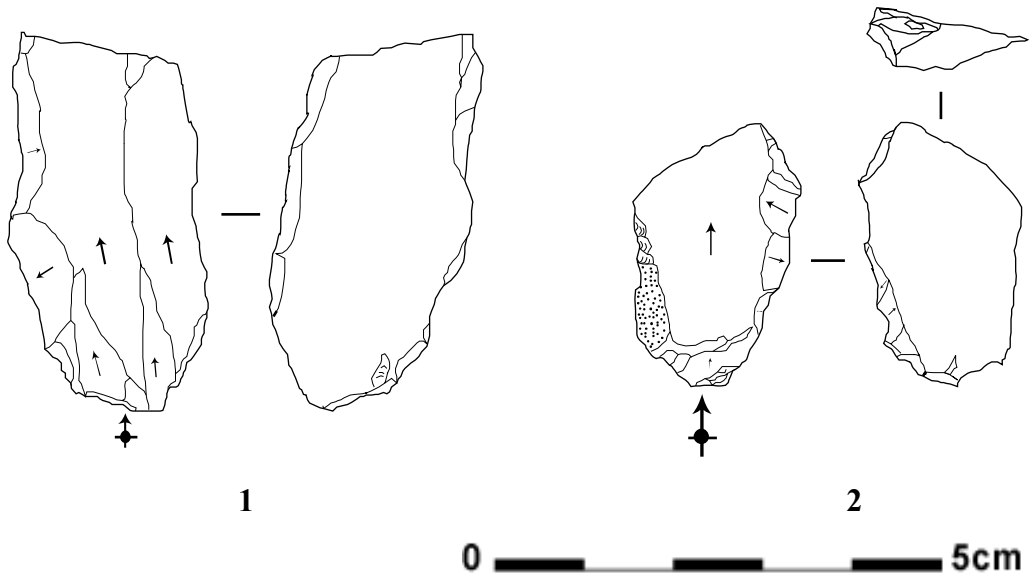


Fig. 111. Cobalan : Eclats laminaires débordants (microquartzite FL)

L'hypothèse d'une appartenance à un débitage unipolaire avec production de grands éclats est confirmée par l'observation de négatifs d'enlèvements longs sur la face supérieure. Cette face porte pour les trois éclats observés 1 ou 2 grands négatifs. On pourrait les situer dans les premières phases .

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Le schéma diacritique de chacune des pièces permet d'individualiser deux grandes étapes précédant l'arrachement de l'éclat débordant :

- la première notée **étape A** correspondrait à l'aménagement de la surface latérale épaisse par des enlèvements de direction perpendiculaire à l'axe morphologique de la pièce.
- la seconde notée **étape B** correspond aux négatifs de débitage situés sur la face supérieure. Ils sont unidirectionnels et Parallèle à l'axe morphologique de l'éclat.

Une troisième que l'on notera **étape C** correspond au détachement de l'éclat débordant proprement dit. Cette succession très rapide de la dernière étape aux précédentes confirme l'appartenance à un débitage unipolaire et le caractère intentionnel de ces pièces.

e-3- L'aspect fonctionnel des éclats débordants

L'aspect intentionnel de la production d'éclats débordants semble leur attribuer une fonction très précise. De part leur morphologie , la présence d'un bord tranchant pourrait conduire à leur attribuer *à priori* une fonction coupante. Des aménagements de bords, partie proximale ou partie distale sont sans aucun doute voués à une utilisation, malgré qu'il soit parfois peu évident de l'évaluer.

Certaines pièces présentent sur leur bord tranchant des coches ou des micro-retouches semi-abruptes ou abruptes. Les traces d'utilisation sont peu évidentes à observer sur le microquarzite, il n'est donc pas possible pour le site de Cobalan d'attribuer ces éclats à une tâche précise. Cependant, on peut soupçonner, comme au cours du Paléolithique moyen et inférieur de l'utilisation des éclats débordants comme outils à gratter et racler (dos, bord du talon, parties distales et proximales), ou parfois comme outils à scier ou couper (bord tranchant) (exemple de l'industrie moustérienne de Corbehem (Pas-de-Calais, France ; Beyries et Boëda , 1983).

f- La chaîne opératoire des pièces esquillées

Très faiblement exprimée (taux faible d'éclats de percussion sur enclume : NMI=5, soit 1% du débitage brut) sur ce site, seul le silex semble avoir eu le privilège de son application. Des indices d'exploitation de cette méthode sont notés sur d'autres occupations de la même période en Armorique et ce sur des matériaux locaux (Kerliézoc, Plouvien) (Guyodo et Marchand, 2005).

Le devenir de ces éclats de percussion sur enclume est bien connu sur les sites côtiers ou l'exploitation abondante de silex par cette méthode semble bien liée à celle de la production des pièces esquillées. Il est par contre important de noter que ce lien étroit entre galet fendu et pièce esquillée n'est pas réservé au seul privilège du silex, des indices de ce dernier produit étant observé sur des matériaux différents dont la forme initiale des blocs est de loin différente des ovoïdes/ellipses de silex (Pors-Bali, Moëlan-sur-Mer) (Marchand, 1994).
La présence d'une pièce esquillée vraie en silex témoigne de l'utilisation directe des éclats de percussion bipolaire sur enclume (Fig. 112, n° 2). Parallèlement à cette utilisation, la réinsertion de certains éléments dans la chaîne de débitage est un fait majeur. En témoignent les divers nucléus discoïde, unipolaire à éclats ou même récurrent centripète observés.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

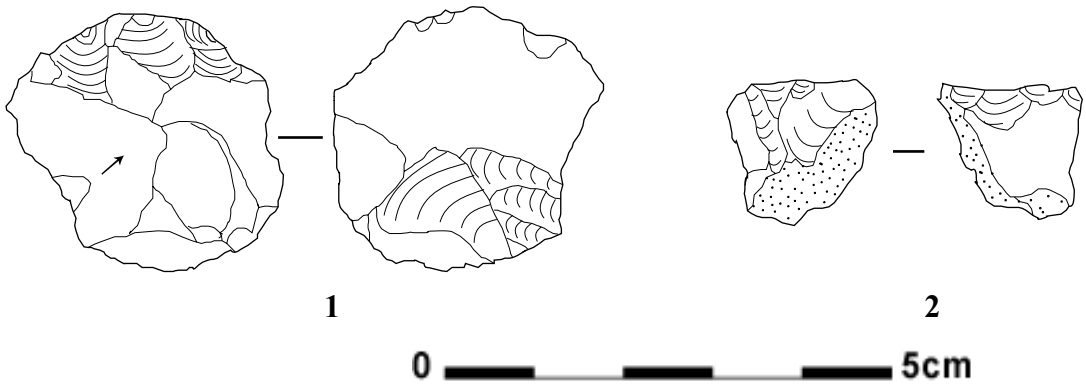


Fig. 112. Cobalan. Pièces esquillées : 1 (microquartzite FL), 2 (silex).

La pièce esquillée étant le produit d'une retouche par utilisation, force est de constater un réaménagement volontaire de support galet fendu/nucléus dans l'intention de produire un véritable outil. Cette seconde étape dans le devenir d'un galet fendu ne semble n'avoir été jusqu'à présent jamais observé. Ceci n'est sans doute pas un fait novateur car de plausibles réutilisations de nucléus retouchés ou non sont envisageables (Fig. 112, n° 1).

Les termes « éclats d'entame » et « éclats de percussion sur enclume » dans la phase de décalottage du bloc sont difficiles à séparer si les principaux traits caractéristiques de la percussion sur enclume ne sont pas nettement observables (absence de talon, bulbe peu prononcé) (Guyodo et Marchand, 2005). Le nombre de nucléus en silex (7, soit 20% des nucléus) est très faible. Cette technique de percussion est logiquement celle qui devrait être appliquée dans l'initiation du débitage. L'absence ou le taux faible d'éléments diagnostics de cette technique sur le site étudié est-il dû à la quasi-réutilisation de ces produits dans les étapes postérieures à l'entame ou au décalottage ? La présence de certains nucléus de dimensions très faibles et présentant sur une surface inférieure entièrement corticale, nous laisse penser qu'il s'agit d'une réutilisation de ces produits comme support à une nouvelle série d'enlèvements. La position des éclats de percussion bipolaire sur enclume dans la chaîne opératoire devient alors complexe. Comme définit par J.-N. Guyodo et G. Marchand (2005), cette technique de percussion, au cours du Mésolithique final dans l'ouest de la France , semble destiné à la production de pièces esquillées.

En définitive, des éléments de percussion bipolaire sur enclume sont observés dans la phase de décalottage, comme support dans le débitage et comme outil ou outil *à posteriori*. Le devenir des produits de percussion bipolaire sur enclume devient moins évident à appréhender.

En plus des observations faites par J.-N. Guyodo et G. Marchand (2005) et O. Rault (1992), les options techniques de la percussion bipolaire sur enclume au cours du Mésolithique final se complètent par la présence probable d'une chaîne de débitage sur support éclat de percussion sur enclume (Fig. 113).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

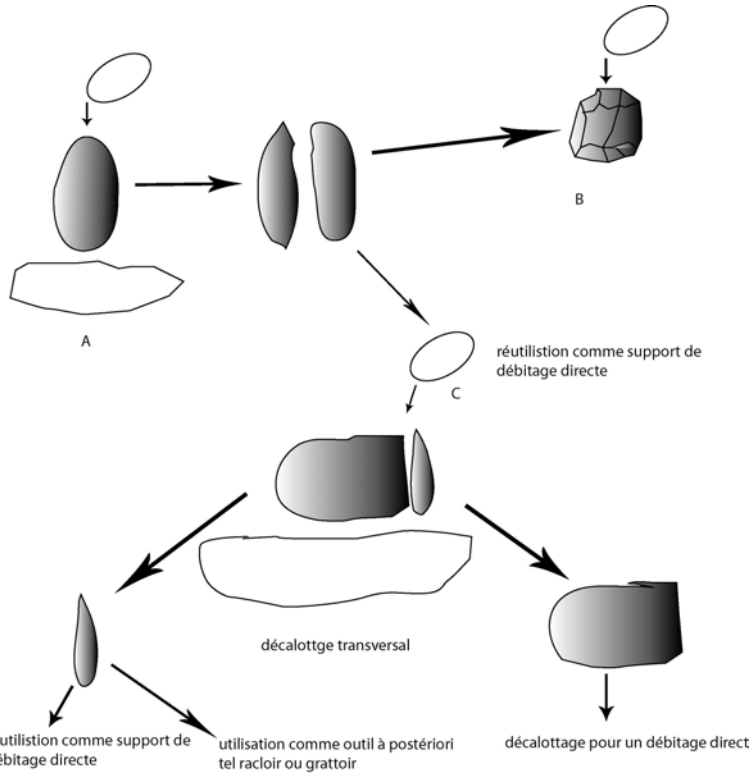


Fig. 113. Schéma d'exploitation de la percussion bipolaire sur enclume sur silex

1-1-2-5- L'outillage

a- L'outillage sur éclats

Deux bitroncatures sur éclats en microquarzite ont été observées. Les supports de ces outils sont un éclat épais (Fig. 114) et un fragment de nucléus unipolaire bifacial.

individus	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Epaisseur (cm)
1	4,8	4	1,2
2	5,05	3,6	1,7

Ces deux éléments présentent des côtés sécants asymétriques portant sur un seul des retouches semi-abruptes.

Les éclats à coches représentent 22,1 % (NMI = 21 ; Fig. 116) de l'ensemble de l'outillage. Tout comme les éclats retouchés, ils constituent la majeure partie des outils (Fig. 115 ; Tabl. 51, Annexe 3).

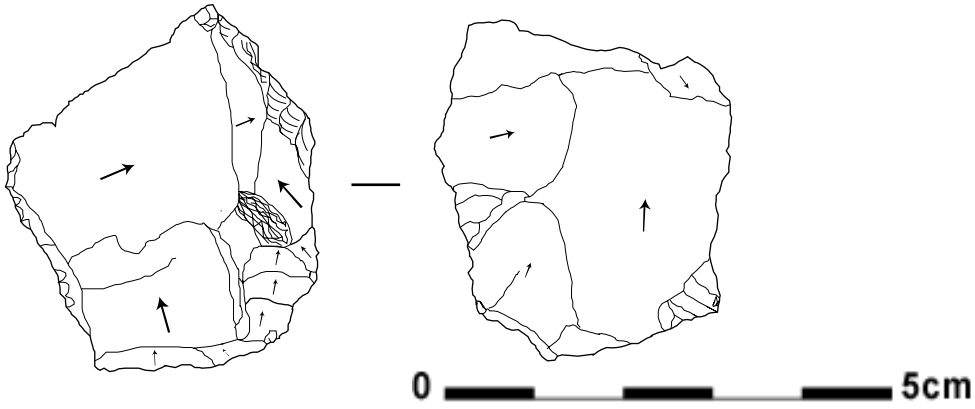


Fig. 114. Cobalan. Bitroncature sur éclat (microquartzite FL)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

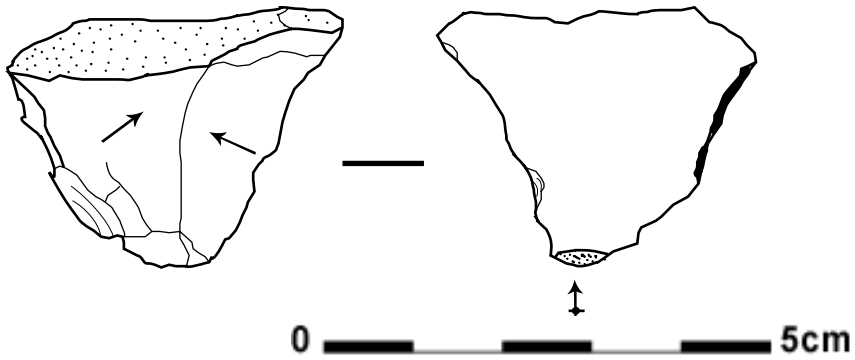


Fig. 115. Cobalan. Eclat à coche sur éclat épais (microquartzite FL)

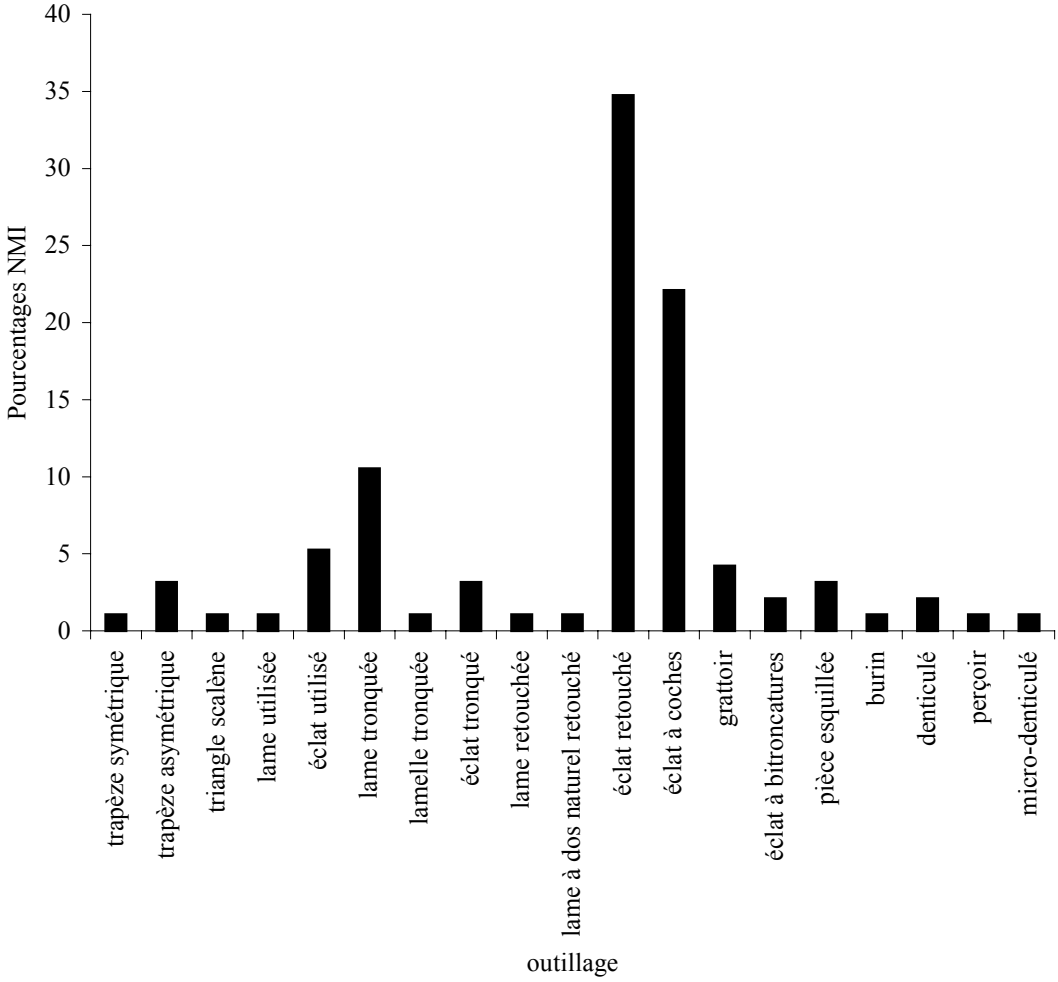


Fig. 116. Outillage du site de Cobalan

Les coches sont obtenues dans trois matériaux : 81 % en microquarzite, 14 % en quartz et 5 % en silex (Tabl. 51, Annexe 3). Cette prépondérance dans l'outillage nous renvoie à s'interroger sur son importance dans la vie quotidienne des populations de ce site, l'abondance de coches en microquarzite se justifiant par celle des éclats dans le débitage brut. Répondre à cette interrogation suppose une analyse détaillée des coches et de leur nombre.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les coches sur microquarzite sont obtenues quasiment de moitié dans des faciès fins (calcédonieux 20% et calcédonio-phylliteux 33%) et grossiers (quarzitique 40% et quartzo-phylliteux 7%) (Fig. 117). Il ne paraît pas y avoir de sélection suivant la nature de la quartzo-phyllade. De même, la quasi totalité (94%) des supports ne porte qu'une seule coche (Fig. 117). Ce taux très élevé d'éclats à coche simple nous laisse penser soit à une nécessité d'obtenir des éléments à coches unique et à utilité précise, soit à une identification difficile des coches accidentelles. Il est important de vérifier de manière morphométrique et morphologique l'existence d'une probable standardisation de ces produits.

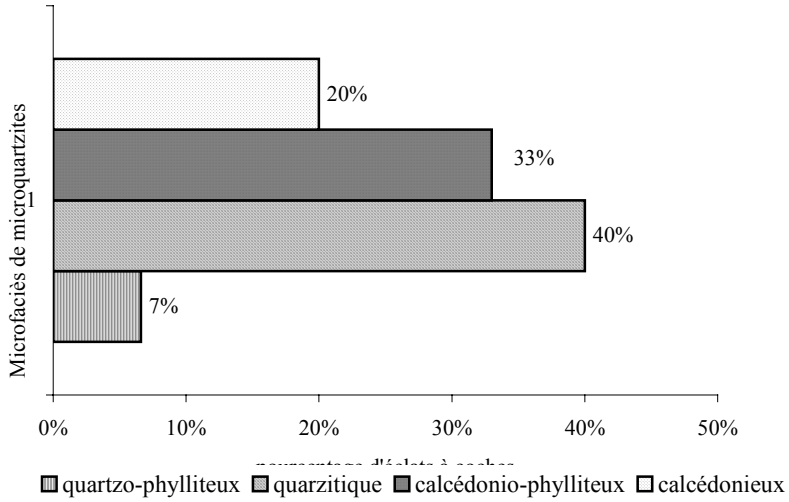


Fig. 117. Importance du microfaciès sur la nature des éclats à coches.

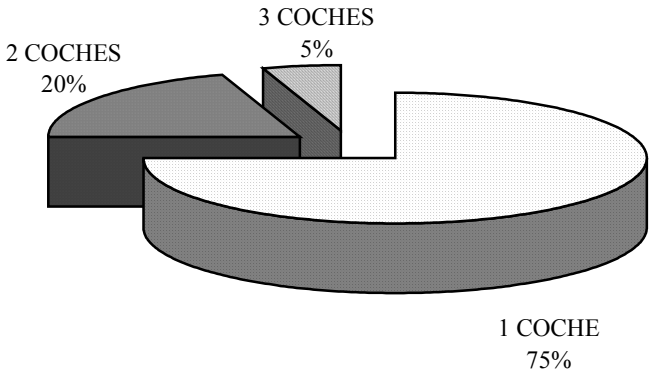


Fig. 118. Variation du nombre de coches sur les éclats en microquartzite

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

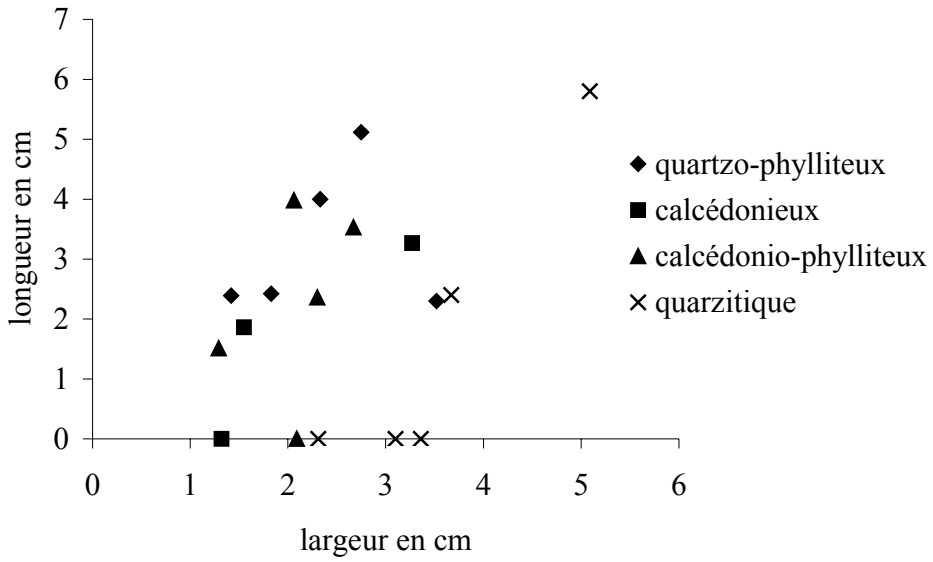


Fig. 119. Variation de la longueur des éclats à coches suivant leur largeur et le microfaciès

Les coches simples (éclats à une coche) constituent 75 % des éclats à coches en microquarzite (Fig. 118 ; Fig. 95, n° 3, Annexe 3) sans une véritable dominance soit de faciès fins, soit de faciès grossiers. Les coches sont obtenues en majorité dans le microquarzite (81 %). De part le nombre et le taux élevés des éclats à coches simples, la question précédemment posée à savoir leur importance dans les activités quotidiennes devient déterminante autant qu'une altération de l'information du fait de la présence de coches dues au labour des terres agricoles. Les coches simples sont des outils très peu développés (la coche servant à la préhension de l'outil) pouvant être utilisées dans la majeur partie des activité : exemples du dépeçage, grattage. Le taux élevé d'éclats retouchés (35 %) et faible d'éclats utilisés (5 %) renforcent l'idée d'un aménagement non systématique des supports. Ces supports sont aussi de nature très variée, allant des éclats d'aménagements aux éclats de plein débitage et les coches situées autant sur les extrémités apicales que latérales.

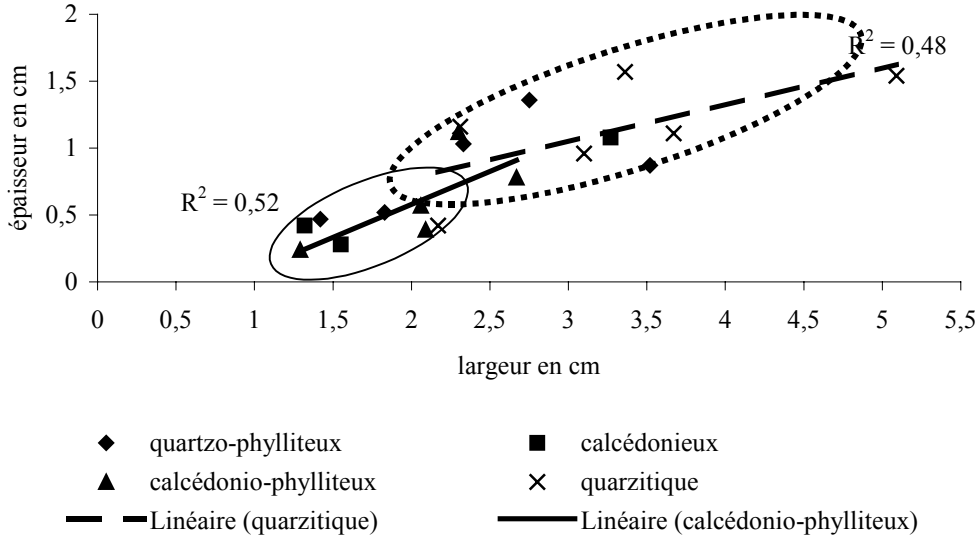


Fig. 120. Variation de l'épaisseur des éclats à coches suivant leur largeur et les microfaciès

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les figures 119 et 120 montrent une très forte relation entre les paramètres longueur, largeur et épaisseur des éclats à coches en fonction du faciès des microquartzites.

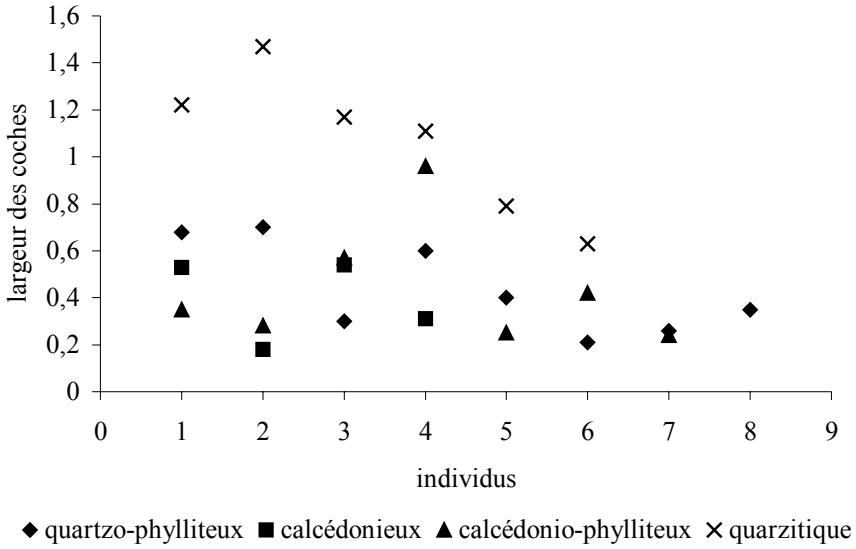


Fig. 121. Variation de la largeur des éclats à coches suivant leur largeur et le microfaciès

Les dimensions des supports d'éclats à coches sont très hétéroclites. Malgré la largeur moyenne allant de 1,2 à 3,5 cm. Quelque soit le faciès de quartzo-phyllades à partir duquel est obtenu l'éclat à coches, il n'existe pas de relation linéaire du moins significative permettant (Fig. 120) de relier la longueur et largeur, soit à une étape du débitage, soit à une standardisation dans le choix. Il apparaît cependant qu'il existe un lien entre la largeur et l'épaisseur des éclats sans doute dû à la fois à la technique de détachement utilisée (percussion directe dure) et au faciès de roche (Fig. 121). En effet deux classes morphométriques (l, e) s'observent sur les figures pré-citées : (1,3-2,2 ; 0,24-0,6) et (2,5-5 ; 0,8-1,6). La largeur du second groupe morphométrique est sensiblement le double du premier. Cette deuxième classe de mesures est assez contrainte par les éclats sur faciès dit « quarzitique ». les supports obtenus dans les autres faciès ne présentent aucune caractéristique que l'on pourrait lier à leur nature géologique.
Les rapports entre l'épaisseur et la largeur des coches mesurées en fonction des faciès de roche montrent cependant de très fortes différences. Leur largeur est presque toujours plus élevée dans le cas des faciès proche d'un quartzite (avec des épaisseurs en éclats de faciès quartzitique supérieures ou égales à celles des faciès quartzo-phylliteux). La quasi-constance de la largeur des coches au sein des éléments sous faciès calcédonieux est-elle une conséquence de la structure de la roche ou un choix dans le devenir des produits ?

Les supports bruts attestant d'une utilisation sont au nombre de 6 (soit ≈ 6% de l'outillage : 1% de lames utilisées et 5% d'éclats utilisés). Faut-il voir en ces proportions une absence d'utilisation des produits bruts ? Une abondance de supports réaménagés ? Le taux d'éclats retouchés et d'éclats à coches confirment cette dernière comme étant la plus logique.

Les éclats retouchés représentent près de 36% de l'outillage (Fig. 116 et 125). Il semble avoir eu une sélection des modules. En général, les éclats retouchés dont les éléments en microquarzite constituent plus de 87%, sont concentrés autour des valeurs (l_{min} :l_{max}) et (L_{min} :L_{max}) de (1 cm :3 cm) et (2 cm :4 cm). L'observation des mesures faites sur les éclats de plein débitage constituent la preuve d'un choix de ces modules. La presque totalité des

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

éléments de dimensions similaires a été sélectionnée. L'absence de modules plus grands parmi les éclats retouchés (Fig. 124), et leur présence au sein des éclats de plein débitage est peut-être la preuve d'une hiérarchisation du devenir des produits bruts. Quel pourrait être le devenir des éclats de grands modules (l≥ 3 cm) ?

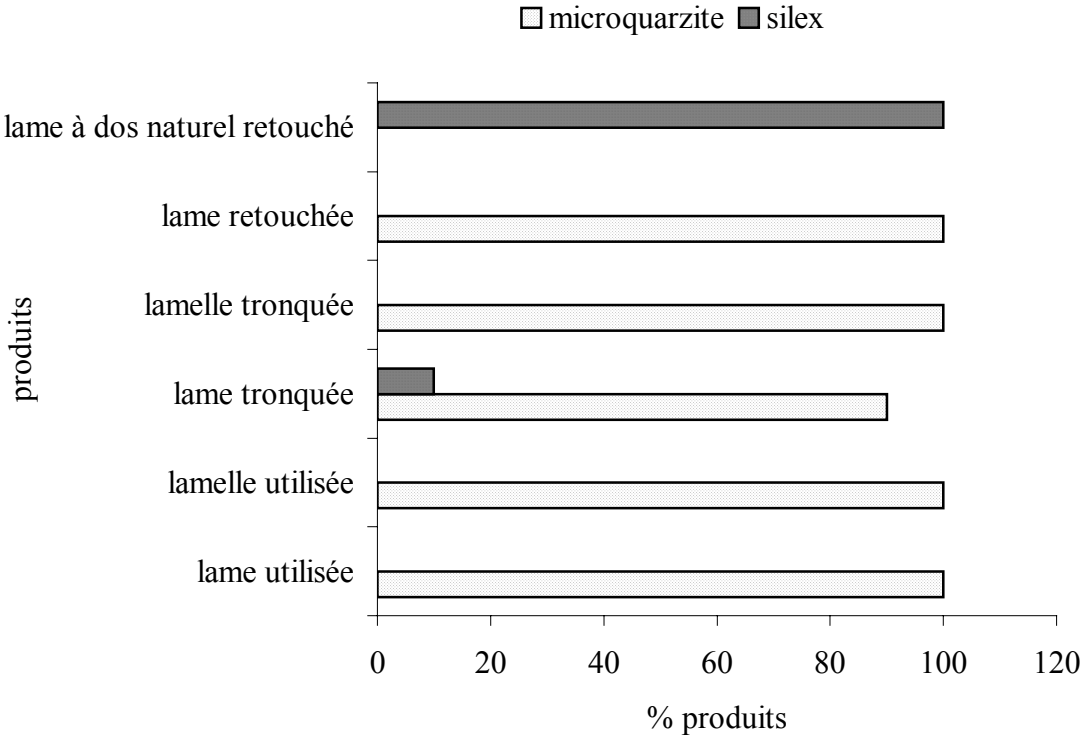


Fig. 122. Variation de l'outillage sur support lamino-lamellaire en fonction de la nature de la roche

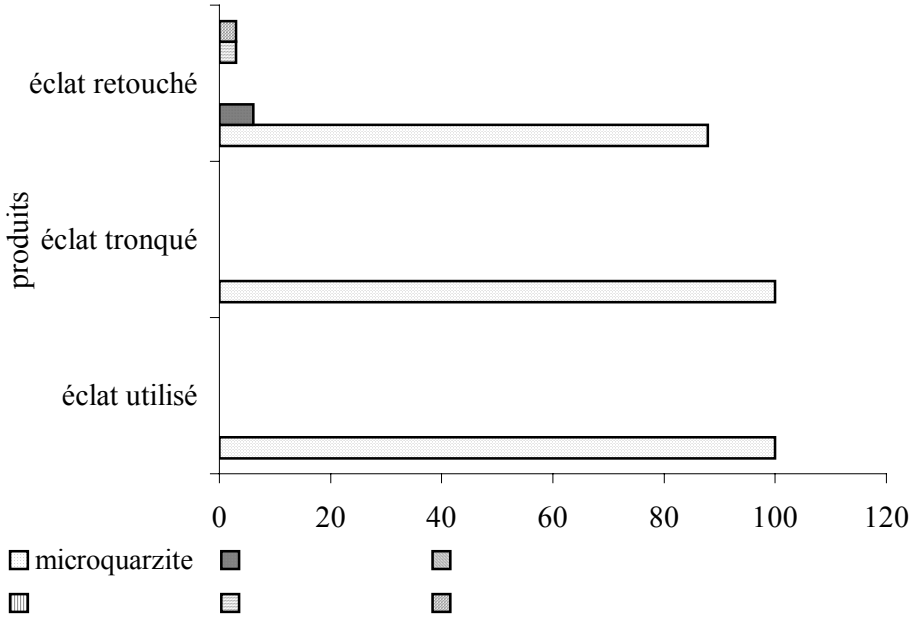


Fig. 123. Taux minimum par type d'outil sur éclat en fonction de la nature de la roche

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

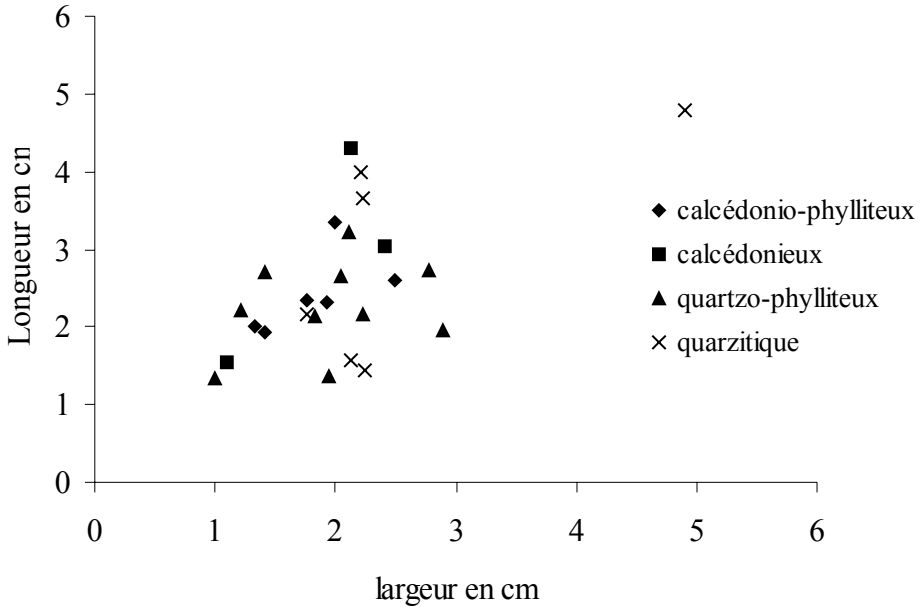


Fig. 124. Variation de la Longueur des éclats retouchés suivant le microfaciès de microquartzite

La présence de quelques éléments de dimensions élevées (L ≥ 4 cm ; l ≥ 3cm) au sein de l'ensemble des éclats à coches pourrait laisser croire à une sélection. Il est cependant important de noter que le nombre d'individus de forte taille est faible. L'abondance de produits de taille identique à la fois au sein des éclats et éclats retouchés suggère l'hypothèse de la quantité de produits pour expliquer les dimension s très strictes observées.

La localisation de la retouche sur les produits différencie certaines catégories que l'on pourrait qualifier d'éclats petits (l < 2 cm) et moyens (2 cm ≤ l ≤ 3 cm). Il s'agit d'une classification objective prenant en compte les dimensions réelles des produits retouchés. Dans le cas des supports de petite taille, les retouches n'affectent que le bord le plus épais du support. Le bord fin étant laissé tel quel. Ces dernières sont en ce qui concerne les produits de taille moyenne portées sur les bords droit et gauche (Fig. 125). L'hypothèse d'une utilisation différenciée des produits en fonction de leur taille peut-elle expliquer ces aménagements spécifiés.

Le nombre (NMI) très faible de grattoirs (4 : un en silex et trois en microquarzite) soit 4,2% de l'outillage (Fig. 116 et 126) tout comme celui du site de Kerliézoc (6 % de l'outillage) est-il un fait marquant de ces industries du Mésolithique final breton ? Aucun individu de ce groupe n'a été observé sur le site de Creac'h Miné Vihan, seuls 2,1 % sont dénombrés à Beg-er-Vil (Marchand, 1999). Tous les individus de ce groupe sont obtenus sur éclats épais (Tabl. 52), soit par retouches semi-abruptes inverses continue et couvrante ou non, soit semi-abruptes inverses alternes, avec quelques rares retouches rasantes (Fig. 127).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

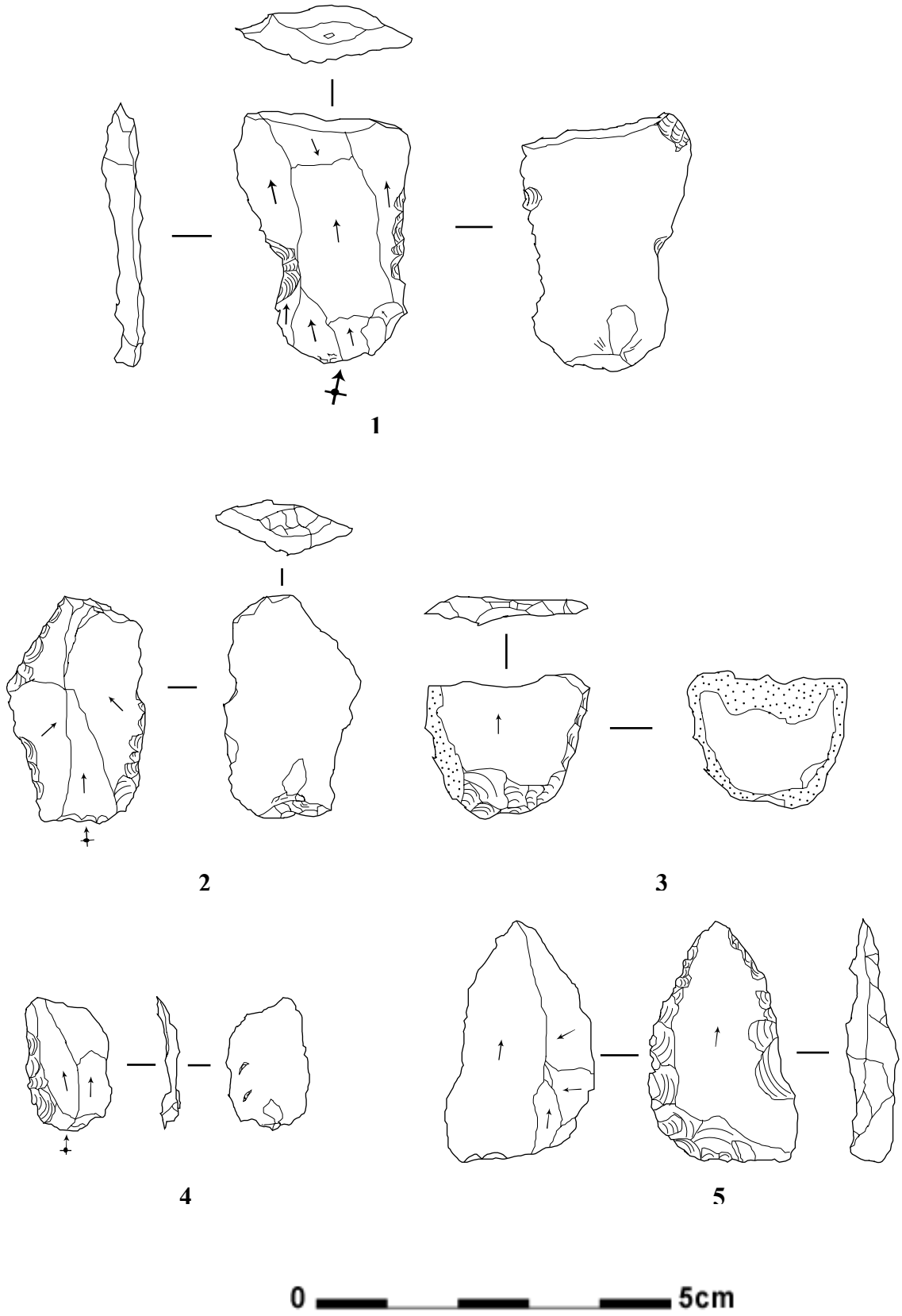


Fig. 125. Cobalan. Eclats retouchés en microquartzite FL : 1 (proximale), 2, 4 et 5 (entiers). Eclat retouché en silex : 3

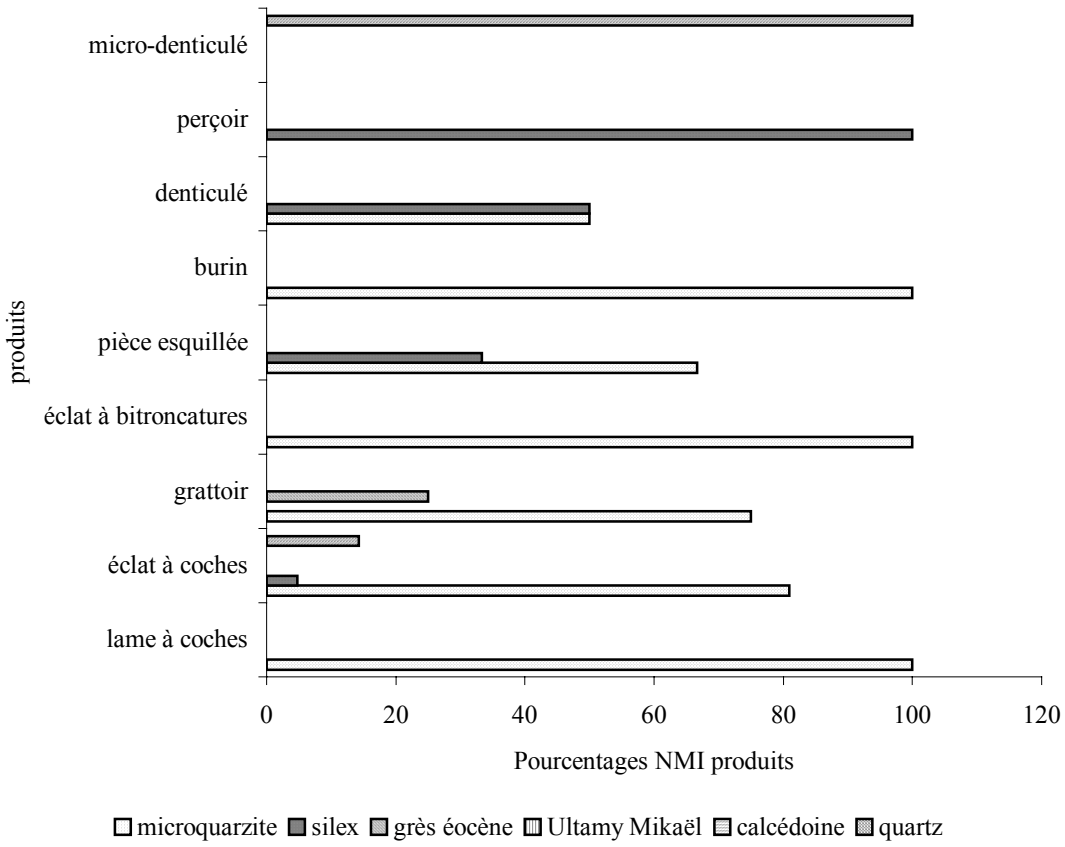


Fig. 126. Proportions en outils selon les matériaux

Tabl. 52. Dimensions des grattoirs en fonction des faciès de roche

grattoirs / roche	L en cm	L en cm	E en cm	faciès	support
microquarzite	3,9	3	0,96	Quartzo-phylliteux	Eclat épais
microquarzite	2,9	2,36	0,6	Quartzo-phylliteux	Eclat épais
microquarzite	2,4	2,1	0,9	Quartzo-phylliteux	Eclat épais
silex	2,2	2,3	0,5	?	Eclat aménagement

b- L'outillage sur lamelles et lames

Les lames et lamelles tronquées représentent près de 15% de l'outillage (Fig. 116 et 95, n° 2), avec une dominance de lames tronquée (10,5%) en microquarzite. Les troncatures sont généralement obliques et rectilignes et consistent en des retouches abruptes ou semi-abruptes alternantes ou pas.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

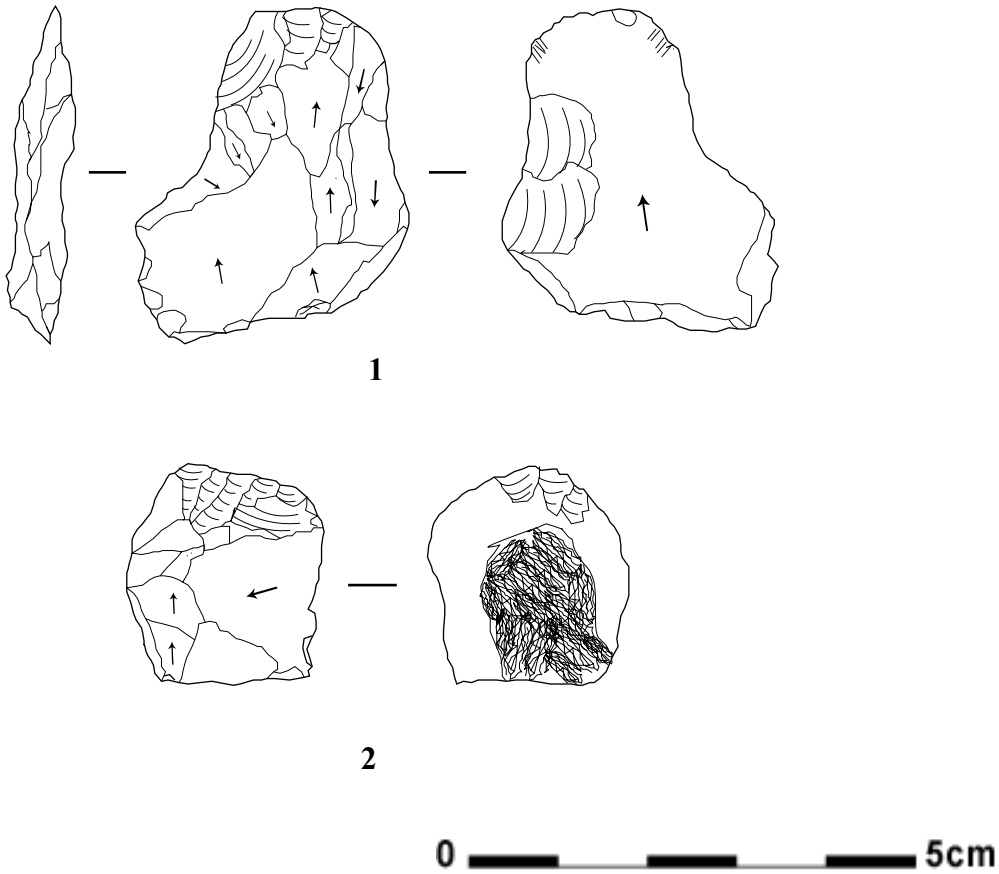


Fig. 127. Cobalan. Grattoirs (microquartzite FL) : 1 support éclat épais, 2 support éclat d'aménagement.

c- Autres outils communs

Nous décrirons dans cette partie tout l'outillage (Fig. 128 ; Fig. 130, Annexe 3) peu représenté dans cette collection. Ils sont constitués de burin (1%), éclats à bitroncatures (2,1%), pièces esquillées (3,1%), perçoir (1%), micro-denticulé (1%), denticulés (2,1%) et lame à dos naturel retouchée (1%).Tous ces produits semblent obtenus sur support large et/ou épais(éclat cortical ou semi-cortical, éclat d'aménagement, etc...). Seul un seul individu déroge à cette règle de support épais, la lame à dos naturel. Le dos est cortical et situé sur le bord possédant l'épaisseur la plus élevée. Ce produit porte sur son côté tranchant des retouches rasantes continues et alternantes (Fig. 128, n° 4).

d- Les armatures

Les armatures représentent 5% de l'outillage (3% de trapèzes asymétriques en parts égales en silex, microquartzite et cataclasite de Mikaël ; 1% de trapèzes symétriques en microquartzite ; 1% de triangles scalènes en silex) (Fig. 116 et 129). Il devient dès lors difficile de s'exprimer sur l'importance de ces outils dans le quotidien des Hommes de cette occupation. Comme décrit précédemment dans au cours de cette analyse, le manque de recouvrement de la surface totale probable du site est un frein à la quantité de matériel. Se cantonner à l'exploitation de ces données est par conséquent une limite que l'on ne pourrait franchir qu'en comparant ces proportions d'armatures à celles de sites-gisements bien connus. Il est vrai la matière première différente suggère un potentiel d'exploitation différent ,ce qui ne peut-être toujours vérifiable.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

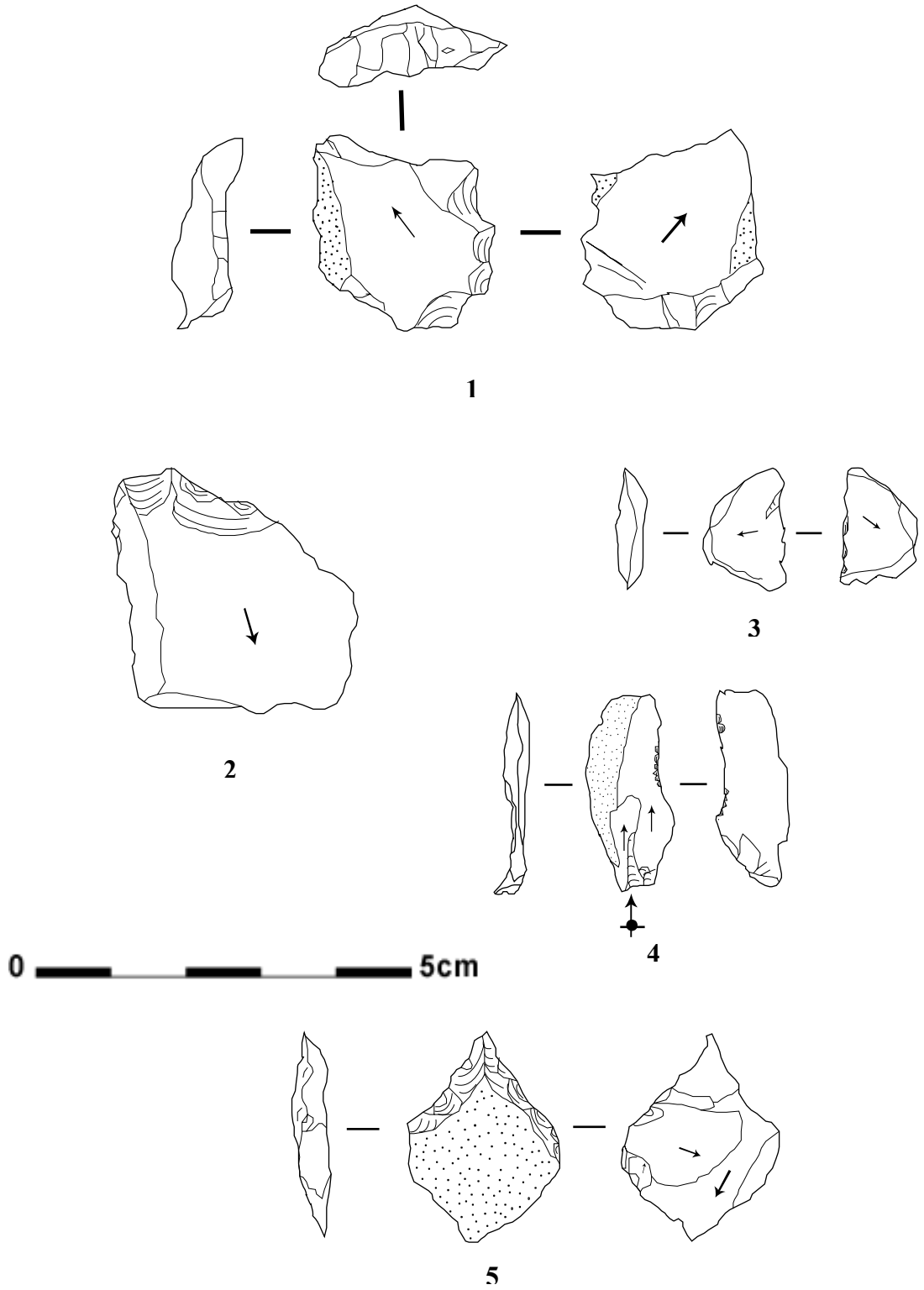


Fig. 128. Cobalan. Microquarzites FL : 1 et 2 (denticulé), 3 (microdenticulé). Silex : 4 (lame à dos cortical retouchée, 5 (perçoir).

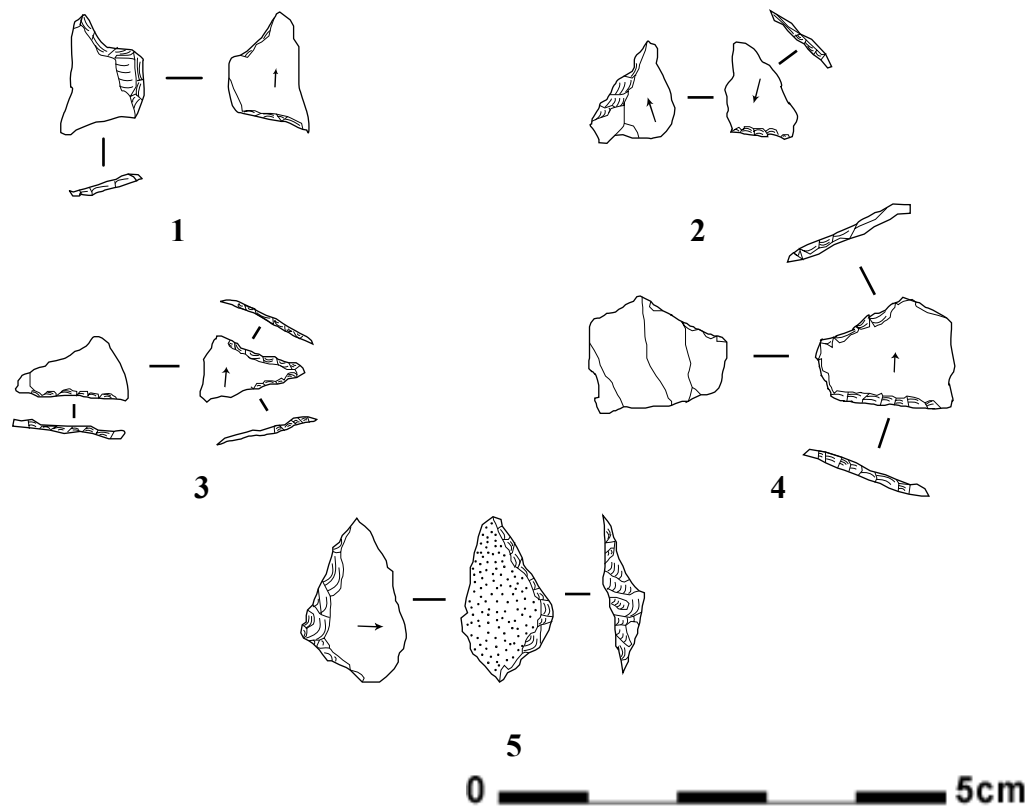


Fig. 129. Cobalan. Trapèzes asymétriques : 1, 2 et 4 (microquartzite FL) ; Trapèze symétrique : 3 (microquartzite FL). Triangle scalène : 5 (silex).

L'unique trapèze symétrique porte des retouches rasantes sur sa petite base et abruptes inverses sur les côtés. Sur support éclat, les deux troncatures sont plus ou moins obliques (pour la plupart des retouches abruptes inverses ou semi-abruptes inverses). Au sein des trapèzes asymétriques, deux individus possèdent des troncatures obliques et le dernier, des retouches concaves. La petite base pour ce denier possède des retouches rasantes sur la petite base. Les supports ne sont pas toujours des lames ou lamelles, mais aussi des éclats allongés. Il est aussi important de noter que le triangle scalène observé se trouve être réalisé sur un support d'éclat cortical de forme bulbaire. Contrairement à un constat fait par G. Marchand (2005b) sur le site de la Presqu'île (Brennilis), la retouche rasante sur la petite base n'est pas inverse. Est-il possible sur la base d'un seul individu d'intégrer l'industrie du site de Cobalan au groupe typologique du Finistère nord au vue de sa position géographique ? Malgré la prédominance des bitroncatures asymétriques, il reste imprudent à l'heure actuelle d'associer cette industrie à un faciès régional (Beg-er-Vil ou Hoëdic).

1-1-2-6- Conclusion

L'industrie du site de Cobalan présente, à l'instar de tous ses contemporains, une industrie basée essentiellement sur la production d'éclats et un outillage pour l'essentiel composé de supports bruts ou retouchés. Le taux d'armatures reste faible (5% de l'outillage), contrairement aux observations faites sur le site-gisement de Creac'h Miné Vihan (Saint-Thurien, Finistère) (17% de l'outillage). La recherche de supports lamino-lamellaires est anecdotique. L'essentiel de l'outillage est en effet constitué d'éclats utilisés (sur support brut), de lames tronquées, éclats à coches et éclats retouchés, dans des proportions respectivement croissantes.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Le pourcentage d'armatures rapporté à celui des outils retouchés (outils aménagés *a posteriori*) est le caractère beaucoup plus juste à considérer, les pièces utilisées portant parfois confusion (Marchand, 2000a). Le taux d'armatures reste malgré tout assez faible (4,6%) comparés à certains sites importants tels Creac'h Miné Vihan (39%) et Kerliézoc (46%). Il devient alors difficile pour ce site de l'insérer dans le modèle spatial suggéré par P. Gouletquer (Gouletquer et *al*., 1996). Nous amputons ce faible taux d'armatures à quantité de matériel et à la surface prospectée. Faut-il considérer Cobalan comme un site d'occupation courte et non répétitive ? Il est difficile de se prononcer sur la question.

Les rapports avec des zones d'affleurement de matériaux tels la cataclasite dite de Mikaël (1%) et les grès Eocène (5%), situés tous deux à plus de 200 kilomètres sont manifestes.
La différentiation des faciès de roches dans la fabrication des outils et la recherche d'une standardisation des produits bruts sont un fait indéniable de cette industrie. La mises sur pied de modalités de débitage simples, mais cependant à ampleur variable selon la roche et le faciès de roche, et ce en fonction du ou des produits désirés reste une démarche importante de cette industrie.
Le débitage est très peu poussé comme en témoignent les dimensions des nucléus en microquarzite. Leurs dimensions parfois très élevées sans raison de présence d'impuretés ou imperfections structurales témoignent d'une matière première abondante et d'une gestion non économe. Dans le cas des supports en silex, la morphologie et les dimensions, jouent en la défaveur d'une production abondante de produits. Il semble cependant y avoir eu une exploitation un peu plus prononcée de ces derniers supports.

La percussion dure est la technique est la plus utilisée. Contrairement aux microquarzites, les silex ont bénéficié de l'utilisation de la percussion à la pierre tendre. Une observation identique a été faite par E. Yven sur le site de Kerhuellen (Plusquellec, Côtes d'Armor), destinée à la production de lamelles principalement en silex qu'en phtanites. Cette remarque est fort importante car le traitement des matériaux alternatifs malgré la position primaire des sites analysés (sur gisement de roche brute ou dans l'environnement proche) ne contribue en rien au développement de concepts intellectuels différents sinon qu'à une simple adaptation par mise en place de schémas d'exploitations relativement simples selon le faciès de roche. La modalité unipolaire domine lorsque l'on passe des faciès hétérogènes aux faciès à isotropie structurale forte, de même que la production de supports allongés ou lamino-lamellaires. Le micro-facettage des corniches est la seule préparation effectuée au cours du débitage. Toutes ces variations dans le traitement des matériaux locaux face au silex se vérifie au sein de la majorité des sites du Mésolithique final breton.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-1-3-Le site de Kerhuellan (Plusquellec, Côtes d'Armor)

1-1-3-1- Présentation du site et nature de la collection

Le site de Kerhuellan est situé dans la commune de Plusquellec (Fig.), au sein du département des Côtes d'Armor. Découvert en 1999 au cours d'un programme de prospection archéologique, il se trouve être un site d'exploitation majeure d'une des multiples roches alternatives rencontrées sur le Massif armoricain : le phtanite de Callac. C'est la raison majeure nous ayant conduit à réaliser une synthèse techno-typologique et économique des travaux réalisés sur ce site principalement par E. Yven (2003). Le site de Kerhuellan se trouve à une altitude de 125 mètres NGF sur une pente de la vallée de l'Hyère. Obtenue par planigraphie (sur 6300 m^2), la collection lithique de Kerhuellan comprend 936 pièces taillées réparties comme suit (Fig. 131).

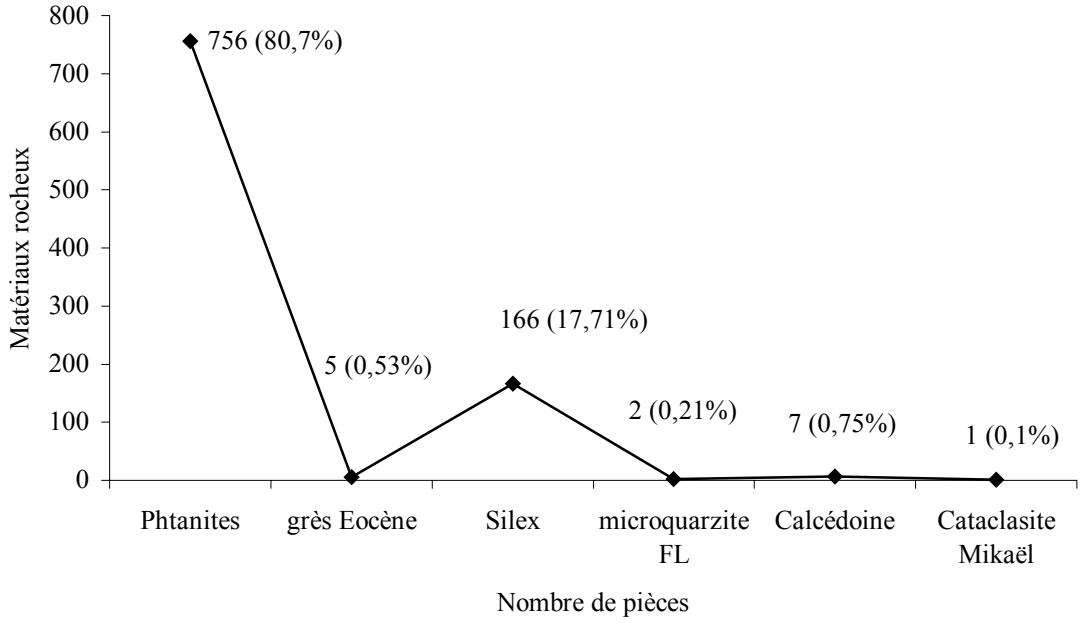


Fig. 131. Taux des matériaux de la collection de Kerhuellan (données Yven, 2003).

La limite de cette collection est le tri des pièces de nature anthropique bien définie, la distinction entre cassures naturelles et anthropiques (débris de débitage, cassons, accidents Siret) portant parfois à confusion. Associé à ce premier type de tri, le ramassage de pièces obtenus dans des faciès pétrographiques qualifiés de « mauvaise » ou de « médiocre» qualité par E. Yven n'est pas systématique. La collection se trouve alors enrichie en certains faciès possédant un degré d'homogénéité fort. L'essentiel de la collection étant en phtanites et silex, d'autres matériaux viennent compléter ceux-ci (Fig. 131). Nous ne nous pencherons pas assez sur les technologies de ces derniers matériau, mais leur présence montre l'état d'un réseau d'échange ou de collecte de matières premières assez bien marqué.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-1-3-2- Les phases de test de la matière, d'abandon précoce, ou de réutilisation

Le nombre de blocs de phtanite dit « commun » est très élevé et réparti sur toute la surface du site. Comme énoncé plus haut, sa collecte non systématique est une limite à l'analyse. Cependant , elle n'aurait facilité les analyses de gestion de la matière ni produit de résultats pertinents aux questions posées. On relève malgré le choix du faciès pétrographique noir dit « siliceux », un gaspillage de la matière première à l'instar d'un bloc ayant servi de percuteur malgré le volume de matière restant. Le constat similaire de ces phases d'abandon de la fonction première de blocs vers une fonction de nucléus au sein des phtanites dits communs, montre que cette étape s'adresse à tous les faciès présents. De plus, certains éclats épais de phtanite (trois éléments). Peut-on les associer au à un simple dégrossissage des éclats ubiquiste et peu représentatif de l'utilisation des éclats épais dans l'ensemble de l'industrie ? cette hypothèse ne peut être écartée au regard du faible taux de retouche d'éclats épais (8% pour les phtanites).

1-1-3-3-La chaîne opératoire des éclats

Contrairement aux phtanites, les silex n'ont pas fait l'objet d'une chaîne opératoire spécialement destinée à la production d'éclats. E. Yven regroupe les nucléus appartenant à cette chaîne opératoire en cinq types C, D, E, F et G en fonction des modalités de débitage appliquées. Ces trois groupes consistent respectivement en :

- Des méthodes **unipolaire unifacial ou semi-tournant** orienté dans la largeur maximale du nucléus (**type C** comprenant 7 éléments de planigraphie et 9 de prospection de surface)

- Le **type D** comprend des éclats épais (6 éléments obtenus à la fois sur faciès homogène et hétérogène) cités dans le paragraphe précédent et ayant subi un dégrossissage selon une modalité **centripète ou unipolaire**

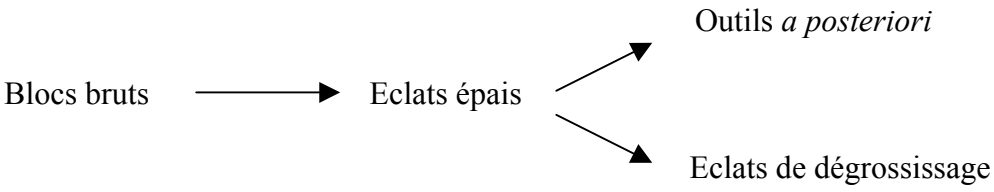
- Le **type E** (9 nucléus) présente une modalité **multipolaire multifaciale** à séquences de débitage rapides.

- Le **type F** comprend – nucléus (4 obtenus en planigraphie et 2 en ramassage de surface). Le débitage est **unipolaire tournant**

- Le **type G** est très marginal au sein de cette chaîne opératoire propre aux éclats. Il comprend 3 nucléus débités par **percussion bipolaire sur enclume**.

Peut-on réellement parler d'une chaîne propre pour les éclats épais débités et regroupés au sein du type D. Il nous semble que cette seconde phase de débitage consiste simplement en un dégrossissage des volumes dans l'objectif d'une utilisation : L'absence de retouche pouvant être justifiée par des bords au tranchant suffisant. Le nombre d'éclats arrachés au cours de leur aménagement ne justifie en rien une simple attribution à un phase de test. Nous les réintègrerons par conséquent plus à une chaîne opératoire regroupant successivement les étapes suivantes:

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010



L'appellation outil *a posteriori* étant peut-être discutable car aucune trace d'utilisation n'aura été observée. Ce schéma reste peu représentatif . Il est toujours difficile d'évaluer la pertinence de cette nouvelle hypothèse par rapport à celle proposée par E. Yven. En effet notre hypothèse englobe une production d'éclats minces et large comme l'auteur de cette étude, mais aussi la production d'outils que nous ne pouvons écarter dans une logique production et au vu de la quantité de matière disponible.

1-1-3-4-Une chaîne opératoire intégrée (éclats et produits lamino-lamellaires)

Les éléments intégrant ce système d'exploitation ont été regroupés en deux **types A et B**.

- Le **typeA** consiste essentiellement en des nucléus (12 éclats épais et 3 blocs) développant un débitage **unipolaire**. Les stigmates des techniques d'obtention de ces éclats-nucléus n'ont pu être observés. Il est alors difficile de choisir entre la percussion bipolaire sur enclume ou d'autres techniques malgré que la première soit marquée par des esquillements et l'absence de stigmates de cassure conchoïdale.
L'entretien du débitage se fait soit par abrasion des corniches, soit par micro-facettage des corniches. Les plans de frappe quant à eux ne subissent que des réaménagements par arrachement de grands éclats.

- Le type B comprend d'éléments s'apparentant aux nucléus de **type « rabots »**. Le plan de frappe se situe sur les bords de la face inférieure et le débitage est entretenu par abrasion des corniches.
Au total, les techniques d'entretien des plans de frappes et corniches sont identiques aux techniques utilisées durant tout le Mésolithique final breton (Téviécien) : l'abrasion sans microfacettage (Marchand, 1999). Le microfacettage des corniches est également observé sur des sites sud finistériens tel Ty Nancien ou morbihannais tel Beg-er-Vil.

L'exploitation du silex se situe au sein de cette chaîne intégrée tout comme les faciès phtanitique décrits précédemment. Dans le cas des silex ont note plusieurs modalités : **unipolaire, multipolaire et bipolaire**.

- A l'inverse des nucléus multipolaires en phtanites, les nucléus **multipolaires** en silex (7 éléments) ne le sont pas pour raisons d'hétérogénéité structurale mais appartiennent au stade extrême du débitage comme le montre un nucléus portant les traces d'un débitage préférentiellement unipolaire semi-tournant. Ceci traduit aussi un certain opportunisme lié à la quantité de matières premières.

- Le débitage **unipolaire** peut être **unifacial** ou **semi-tournant**. L'abrasion des corniches reste la technique majoritaire d'entretien du débitage. Certains nucléus sont débités par percussion bipolaire sur enclume dès que leurs dimensions sont très faibles, et l'angle fait par le plan de frappe et le plan de débitage sensiblement égal à 90°, à l'inverse du type G observé dans la chaîne autonome à éclats pour laquelle on retrouve le même caractère terminal dans l'utilisation de cette modalité. Ceci montre

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

que la modalité de débitage change constamment tout le long du travail d'un galet brut.

- La collection compte 4 nucléus **bipolaire**. Les produits sont des éclats minces, des éclats lamellaires et des lamelles fines.

1-1-3-5- Les techniques de percussion

L'analyse des produits en phtanite et en silex montrent l'application de deux principales techniques de percussion permettant l'obtention de produits différents : la percussion directe dure pour le débitage d'éclats épais (talons épais et bulbes proéminents) et la percussion à la pierre tendre pour la production d'éclats minces et lamelles (talons punctiformes ou linéaires). Dans le second cas, les parties antérieures des talons sont abrasées , voire émoussés. On note quelques rares talons facettés. L'obtention des éclats lamellaires et des lamelles semble se faire par percussion à la tendre, sous réserve de certains produits attestant de l'adoption de la percussion dure.
Il n'existe aucune standardisation au sein des produits bruts ni des supports d'outils quelque soit le type de produit (éclat, lame ou lamelle) ou outil(éclat retouché, lamelle retouchée).

1-1-3-6- L'outillage

Que ce soit sur les silex comme sur les phtanites, les outils ont été préférentiellement obtenus sur éclats lamellaires, et sont respectivement en proportions décroissantes les lamelles, lames, éclats minces et éclats épais. Les supports en éclats épais ont en majorité subi des retouches semi-abruptes directes ou inverses (bords et/ou parties distales) et ne semblent pas destinés à un type d'outil déterminé comme le montre le pourcentage de supports retouchés. Ces éclats retouchés rentreraient alors dans la classe des outils *a posteriori*. Les proportions en produits retouchés croissent simultanément avec l'homogénéité de la matière, la diminution de l'épaisseur et l'allongement des supports. Ainsi, lors que l'on passe supports épais aux supports minces et laminaires, la proportion des retouches et forte, de même que la proportion en produits du faciès dit de « bonne qualité » (Fig. 132).

La proportion des produits retouchés en silex est largement supérieur à celle des phtanites (34% pour les premiers et 13,5% pour les seconds). Quelques grattoirs, racloirs, pièces esquillées et perçoirs accompagnent ces outils *a posterioiri*.
L'hétérogénéité des phtanites n'a pas permis l'obtention de lames régulières, d'où leurs faibles proportions. On décompte de même plus de lamelles en silex qu'en phtanite. Le silex a par conséquent une fonction complémentaire face au phtanite dans la production de lamelles. Les classes de mensurations de lamelles en phtanite (valeurs centrales de l_{moy}= 7-10 mm ; e_{moy}= 1 à 4 mm) sont différentes de celles des lamelles en silex (valeurs centrales l_{moy}= 7-8 mm ; e_{moy}= 1 mm). L'abandon des lamelles en phtanites dans leur état brut est sans doute dû à leur épaisseur.

Le faible taux d'armatures constaté sur le site de Kerhuellan malgré l'établissement d'une planigraphie est à lier aux faibles proportions de lames. Malgré cela , toutes les armatures ou produits apparentés armatures sont de forme trapézoïdale ou des trapèzes.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

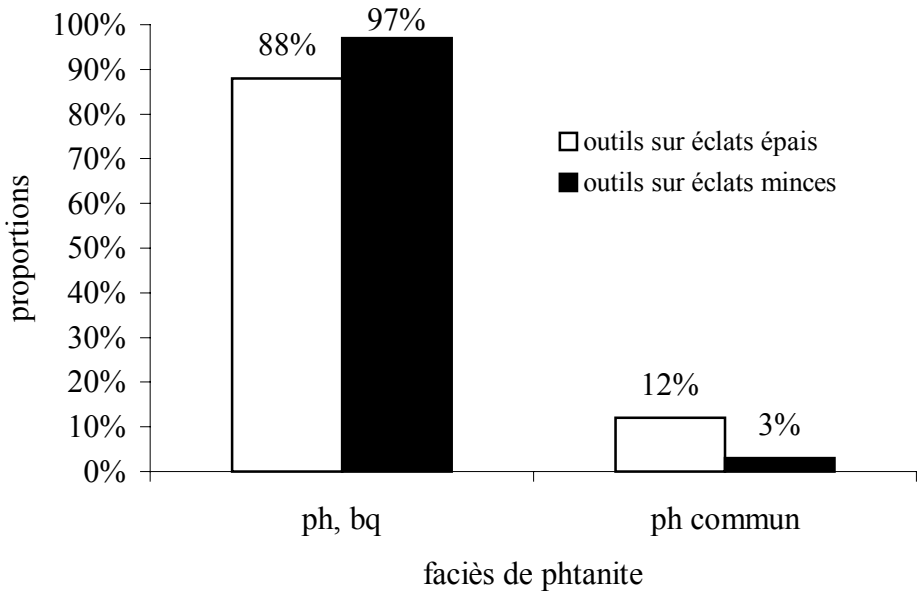


Fig. 132. Répartition des outils suivant le type d'éclat et le faciès de phtanite au sein de l'outillage du site de Kerhuellan

1-1-3-7- Conclusion

Les proportions en matériaux du site de Kerhuellan justifient sa dénomination de site-carrière définit par E. Yven. L'apport de matériaux complémentaires comme le silex ou à très faible proportions comme le grès Eocène, la calcédoine, le microquarzite et la cataclasite de Mikaël témoignent des réseaux d'échanges et de collecte entre populations plus ou moins éloignées. A l'inverse du silex et du phtanite, les autres matériaux sus-cités ne semblent pas avoir été débités sur place. Les produits transportés sur le site de Kerhuellan sont principalement sous la forme d'éclats. Ils sont par la suite retouchés ou non et servent comme divers outils sans fonction bien définie. Les faibles proportions de ces matériaux et leur utilisation ne justifie aucune nécessité pratique. Une plaquette de schiste rainurée a été découverte. Le substrat local en est constitué. Les traces de rainures que portent ces plaquettes sont plus ou moins profondes. Peut-on cependant lui attribuer un e fonction culturelle ou symbolique ? Un exemple similaire a été retrouvé sur le site du Cobalan (Forest-Landerneau, Finistère). Mais peut-on en faire un élément du Mésolithique ou du Néolithique ? Les éléments lithiques eux confirment bien l'attribution au Mésolithique final breton (Le Téviécien). Il est difficile d'affiner l'attribution à un style régional (définis par G. Marchand, 2005b) vu le nombre très restreint d'armatures symétriques trapézoïdales. Cependant, les faibles proportions de grattoirs, l'absence de burins et la position géographique du site nous pousse à l'associer au style du Finistère nord (sous-réserves). Quelle est l'origine de ce faible taux d'armatures ? La question se pose aussi pour le site de Cobalan (Forest-Landerneau, Finistère) où le matériau phare est le microquarzite FL. Sur le site de Cobalan, ce manque est justifié par la surface de récolte (ce volume). A l'inverse, ce problème de superficie ne se pose pas pour les sites de Kerhuellan. Site d'occupation ou site-atelier ? Il est difficile de faire le choix. La qualité de la matière n'a pas été un frein sur le site de Creac'h Miné Vihan.

Doit-on imputer ce manque à un hypothétique choix de la population de fabriquer ses armatures hors du site de débitage des supports ? L'abondance de lamelles brutes en silex soutient cette hypothèse, de même que la présence des produits appartenant à toutes les chaînes de débitage.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La dominante unipolaire dans le débitage est un très constant des industries du Mésolithique final breton. L'exploitation des matériaux obéît à une logique de production orientée vers l'obtention de produis allongés (éclats lamellaires, lamelles et lames) entrant en priorité dans la confection d'outils. Les variations dans les proportions des divers produits sont liées aux modalités mise sur pied (en lien avec la variation de l'isotropie de la microstructure du matériau) et témoignent de l'opportunisme de la population du site de Kerhuellan. Cet opportunisme est parfois accompagné d'un gaspillage des matériaux les moins hétérogènes. On retrouve ce caractère au sein de plusieurs sites mésolithiques finistériens (Creac'h Miné Vihan, Saint-Thurien ; Cobalan, Forest-Landerneau) étudiés au cours de ces travaux. Il s'agit là de comportements que nous ne pouvons pas à tout moment expliquer malgré la réutilisation de certains de ces modules.

La percussion dure reste de règle, en association à la percussion à la pierre tendre. L'emploi de l'une ou de l'autre technique de percussion est destinée à la production de supports différents : éclats pour la percussion directe et produits lamino-lamellaires pour la percussion à la pierre tendre. L'absence de lames en phtanite est à lier à la qualité de la matière. Dans le cas du silex, elle est due à la faible taille des modules exploités.

L'entretien du débitage se fait beaucoup par abrasion des corniches. Le micro-facettage observé des corniches , la présence d'une plaquette de schiste rainurée, la présence d'un lamelle en silex tronquée montrant un piquant trièdre (preuve de l'utilisation du procédé technique du microburin) sont autant de facteur qui nous pousseraient à attribuer cette industrie à une phase relativement tardive du Mésolithique final. Cependant ces hésitations chronologiques restent présentes par manque de datation absolue et de véritables armatures (pour une datation relative).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-1-4- Le site de Mikaël (Plougonven, Finistère)

1-1-4-1- Présentation du site et nature de la collection.

Le site de Mikael se situe sur l'un des versant dominant la vallée du Jarlot, dans la commune de Plougonven (Finistère). Il a été découvert au cours des campagnes de prospection organisées par P. Gouletquer (Gouletquer et *al*., 1997).
La collection étudiée par E. Yven (2004) comprend 213 pièces. Les cataclasites (150 pièces, soit 71%) constituent l'essentiel de cette collection, accompagnée d'autres matériaux tels la calcédoine (33 pièces), le silex (11 pièces) , le microquarzite (6 pièces),le phtanite (5 pièces) le grès Eocène (3 pièces), et le quartz (3 pièces). On note aussi une pièce en grès armoricain et un percuteur en granite.

I-1-4-2- Le débitage des cataclasites

a- Les phases de test et d'entretien

E. Yven (2004) a observé sur le site de Mikaël des séquences de mise en forme et d'entame du débitage attestés par la présence de 4 blocs testés, de 14 éclats de mise en forme, de 2 éclats d'entame, de 10 éclats semi-corticaux et de 5 éclats corticaux. Les surfaces naturelles de la roche sont notées comme des surfaces corticales par analogie au cortex des silex. Cette méthodologie a été appliquée pour toutes les autres industries analysées quelque soit le matériau. Les phases de test de la matière ne se déroule que partiellement sur le site.
Si la proportion de nucléus (11 %) est largement supérieure à celle des supports testés il s'agit probablement d'une caractéristique due à l'aspect continu de la structure du matériau et au nombre d'éléments de la collection. Cette observation est aussi faite sur le site de Creac'h Miné Vihan où l'exploitation des ultramylonites et cataclasites de Tréméven est très forte.

b- Les produits désirés et outils

La production est orientée vers l'obtention d'éclats, d'éclats lamellaires et laminaires. L'outillage est dominé par les produits retouchés (principalement des pièces à retouches latérales et à encoches). On note aussi quelques outils communs sur supports épais (1 perçoir, 1 grattoir et 1 racloir). Les armatures ne sont représentées que par un seul trapèze symétrique à double troncature concave. Cette armature permet de confirmer l'appartenance de cette collection au Mésolithique récent/final.
Le nombre très restreint d'armatures reste une constance de la majorité des sites du Mésolithique final où l'exploitation des roches dites « alternatives » est majoritaire. Comme sur les sites de Kerhuellan, Cobalan et Creac'h Miné Vihan, la production de lames est limitée par la nature des matériaux. Cette sous-production laminaire entraîne alors une sous-production d'armatures. Il est difficile d'associer cette sous-représentation d'armatures à une fabrication hors-site comme dans le cas du site de Kerhuellan, mais à une probable utilisation hors site, à la nature de site de halte (gisement exploré ou station secondaire) et/ou à un nombre très réduit de vestiges.

c- Les modalités du débitage des cataclasites

E. Yven a dénombré 17 nucléus dans la collection étudiée. Le schéma unipolaire qu'il soit tournant, semi-tournant ou frontal représente la modalité de travail la plus appliquée (13 nucléus). La modalité multipolaire est représentée par 4 nucléus. La structure quasi-constante

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

de ces matériaux permet d'élaborer un schéma constant et orienté, à l'inverse des cataclasites sud armoricaines pour lesquelles les variabilités structurales sont une limite (ce volume).
L'utilisation des plans diaclasiques comme plans de frappe et l'absence d'arrachement systématique d'éclats d'entame est un fait marquant de cette industrie. Ce constat nous amène à reconsidérer l'importance des phases de test. L'abondance d'éclats à talons dièdre naturel sur ultramylonites et cataclasites sur le site de Creac'h Miné Vihan et le nombre faible d'éclats d'entame montrent aussi un comportement intimement lié à la structure de la matière.
La percussion directe reste la seule technique de percussion attestée sur ce site (1 percuteur en granite).

1-1-5- Le site de Beg-er-Vil (Quiberon, Morbihan)

1-1-5-1- Situation et description du site

Le site de Beg-er-Vil est un amas coquillier situé à l'extrémité méridionale de la presqu'île de Quiberon. Situé à 3-4 mètres au dessus du fond de la falaise, il a été découvert par Bernier (Bernier, 1970). La surface totale fouillée par O. Kayser est de 22 m^2 s'étalant sur plusieurs campagnes : un premier sondage de 5 m^2 en 1985, une fouille de sauvetage de 12 m^2 en 1987 étendue vers le sud-est en 1988 sur 5 m^2. Les bois de cerf et le mobilier gravé ont été publiés en 1988 (Kayser et Bernier, 1988 ; Poissonnier et Kayser, 1988) suite au premier sondage. Le mobilier lithique quant à lui a fait l'objet de brèves explications dans ces derniers articles et dans un article de synthèse (Kayser, 1992).

1-1-5-2 La stratigraphie du site

Les unités stratigraphiques observées par O. Kayser désignent des couches. En revanche, les niveaux ne correspondent pas à de réelles différences du fait de l'homogénéité du sédiment. La combinaison de cette stratigraphie verticale et de la succession horizontale des structures de l'amas a permis d'affiner les découpages arbitraires réalisés lors de la fouille (Fig. 133).
La sous-couche C 3 a contient quelques éléments épars en silex (13 % des pièces).L'amas coquillier est essentiellement concentré dans la sous- couche C3b et contient la majeure partie du matériel archéologique et des structures (77.3 % des pièces). Le niveau de base de la stratigraphie (niveau 9) compact contient 9.7 % des éléments lithiques. L'analyse micromorphologique réalisée par A. Gebhardt (1990) sur ce paléosol a permis de conclure sur l'existence d'un espace déboisé. Celle-ci met en relation cette observation avec les résultats de L. Visset en Basse-Loire. Il observe, dès la fin de l'Atlantique, un net recul naturel du couvert végétal le long des côtes, sur une bande de près de 10 kilomètres (Visset, 1979). A cause de la nature de ce niveau, aucune étude anthracologique, ni palynologique n'a été effectuée. Une date radiocarbone obtenue sur des coquilles (Gif 7180) a permis de situer l'occupation de cet amas coquillier autour de 6020 ± 80 B.P., soit une date calibrée de 4694-4316 avant J.-C. La succession simple de couches correspond aux observations effectuées sur tous les amas coquilliers de Bretagne.

1-1-5-3 La nature des collections

L'étude du matériel lithique a été réalisée par G. Marchand (Marchand, 1999). Cette analyse rassemble les vestiges des campagnes de 1985, 1987 et 1988, réalisées par O. Kayser. Le silex compose la totalité du matériel lithique. On note cependant la présence de rares galets de

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

quartz, grès grossier et quarzite beige fracturés comme en témoignent des éclats, cassons ou galets fendus. L'étude lithique n'a pas insisté sur ces derniers, car ils n'influent pas sur la quantité de production des supports.
Le silex de qualité médiocre a un grain fin et contient de nombreuses inclusions crayeuses, diaclases et fractures suite à la succession de phases de gel/dégel au fil du temps.
Une limite de cette étude est l'absence de tamisage à l'eau sur les sédiments extraits en 1988, et des possibles distorsions dans les proportions des produits pourraient apparaître. Le tamisage de 1987 est cependant essentiellement constitué d'éclats, d'esquilles et de fragments. Le taux de pièces brûlées est très élevé pour cette collection (45,2%).

1-1-5-4 L'étude lithique

a- Le débitage brut

Il constitue 84,75 % du matériel lithique, toutes collections confondues. Le taux d'esquilles est particulièrement faible (seulement 7,1%). Le même constat a été fait par O. Rault (Rault, 1992) sur l'amas coquillier de Beg-an-Dorchenn (Plomeur, Finistère). Le pourcentage de pièces brûlées varie entre 21,6% et 45,5% selon les carrés fouillés, soit une moyenne de 35,2% de la totalité du matériel taillé.

La domination du silex côtier témoigne de la faible diffusion des matériaux de l'intérieur des terres vers le rivage. La médiocrité des galets de silex côtiers dans ce département a déjà été soulignée par O. Kayser (Kayser, 1992), par opposition à ceux de la Baie d'Audierne (cordon de galets de « l'Arvor Vili » qui ont approvisionné l'amas coquillier de Beg-an-Dorchenn.

a-1- Les lames et lamelles

La production lamellaire est le devenir premier des chaînes opératoires au Mésolithique final (Retzien surtout). Cependant, à Beg-er-Vil, le nombre de lamelles et lame est très réduit. Les talons de lamelles et lames présentent un taux de facettage respectivement de 26,2 % et 27,3 %. Les différences dans la répartition des talons sont principalement dues à la taille des supports, à savoir que les talons lisses et larges se rencontrent parmi les lames et les talons punctiformes sont le privilège des lamelles. Le taux d'abrasion des corniches est très élevé (75,8 % des lames et 55,4 % des lamelles). Le facettage des talons se distingue de celui observé dans le Retzien sur deux aspects : d'une part, les micro-enlèvements sont courts et n'atteignent parfois pas les limites de la face inférieure sur les talons les plus larges. D'autre part, le facettage est associé dans presque 60 % des abrasions de corniche. Ainsi , l'on peut supposer un mouvement tangentiel de va-et-vient avec un abraseur de pierre sur la corniche. Cette modalité est observée à Téviec, mais absente à Hoëdic (conséquence des limites des collections actuelles). Ce trait technique se pérenniserait si l'on admet la justesse des dates radiocarbones et de la typo-chronologie armoricaine mise sur pied par O. Kayser.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

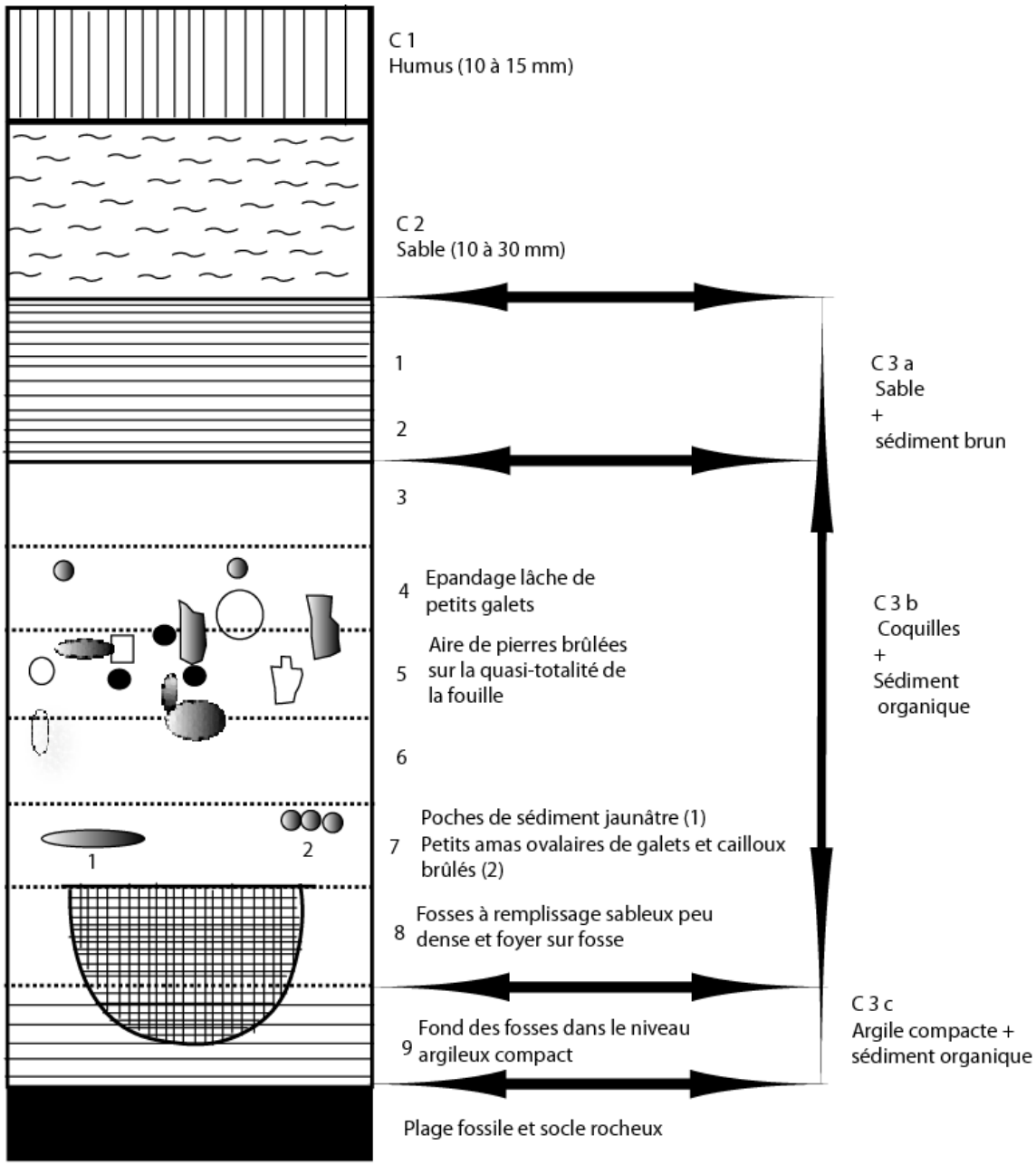


Fig. 133. Stratigraphie de Beg-er-Vil d'après les rapports de fouilles de 1987 et des travaux de G. Marchand (1999) . Combinaison de la Stratigraphie verticale et Horizontale.

Pour la production lamellaire, seuls les stigmates de la percussion indirecte et/ ou de la percussion directe tendre s'observent. Il y a peu de talon concaves et peu de lèvres. Cependant, des indices de débitage par punch existent : absence d'étoilures lors du détachement du point d'impact, bulbe net, nervures rectilignes et angle d'éclatement proche de l'orthogonale.

Les rythmes de débitage sont dominés par le rythme 2-1-2', avec une augmention des proportions des lamelles vers les lames (25 % à 38,3 %). On note aussi une diminution des produits à deux pans des lames aux lamelles. Les rythmes 1-2-3, 3-2-1 et autres semblables semblent être autant abondants au sein de la production de lames et de lamelles. On peut donc supposer en fonction de ces caractères d'observation et ce en association aux dimensions des produits, un débitage de lames moins standardisé que celui des lamelles.

Les supports issus du rythme 2-1-2' constituent plus de 41,7 % des supports d'armatures. Ce choix est cependant moins manifeste qu'à la Gilardière. Est-ce dû à la matière première ou à l'échantillonnage peu important ?

a-2- Les éclats

Les éclats d'entament dominent l'ensemble par leurs dimensions supérieures. Les moyennes de longueur et largeur tous type d'éclat confondu est respectivement de 24,2 et 19,5 millimètres. Des éclats corticaux aux éclats unipolaires de plein débitage, le nombre de talons lisses et larges diminue progressivement (de 35 % à 13,5 %) alors qu'augmente parallèlement le taux d'abrasion pour atteindre 41,77 % sur les éclats unipolaires a-corticaux. En revanche le facettage n'apparaît que sur les éclats a-corticaux, avec un taux faible de 3,1 %. Seule la percussion directe dure est attestée dans la production des éclats. Des indices de percussion indirecte ou tendre s'observent, mais en nombre très restreint.

a-3- Les nucléus

Les nucléus à lamelles sont peu nombreux (7 % des nucléus) et peu caractéristiques de l'ensemble étudié (Fig. 134). L'absence de remontages a pour raisons le taux élevé d'éléments brûlés, la surface fouillée et l'absence d'amas de débitage proprement dit. En posant l'hypothèse de l'amas coquillier comme zone de rejet, cela sous-entend que les nucléus ont été emportés à un emplacement différent. Une autre hypothèse suggère de positionner les séquences à lamelles en en amont de certaines séquences à éclats, qui ont effacé les stigmates de la première.

Les nucléus à éclats sont plus abondants (Fig. 135). Leur forme et leur faible productivité traduisent un besoin de productivité immédiate de supports, sans standardisation, soit une attitude qualifiée d'opportuniste.
La gestion des plans de frappe semble différente lorsque l'on passe des nucléus à éclats à ceux à lamelles. Dans le premier cas, plusieurs modalités d'exploitation s'observent :

-la table est implantés sur la face inférieure, le nucléus ne fournissant que deux ou trois éclats.

-la table est implantée sur la face supérieure. Dans ce cas, il est possible de discuter d'une appartenance aux denticulés ou aux rabots.

-la table est implantée sur la tranche d'un éclat, avec parfois des traces d'une crête d'entame distale à un versant rebroussé.

Seules les deux dernières modalités auront produit des lamelles. Dans le second cas, la mise sur pied d'un plan de frappe unique dans les premières phases du débitage des galets peut laisser la place à d'autres à mesure que progresse la chaîne de production. Au total on observe simultanément des nucléus bipolaires angulaires et des nucléus bipolaires à tables différentes faisant partie d'un même schéma de débitage.
Les traces d'aménagement non-axiaux sont rares, et consistent en de sommaires corrections des flancs ou de la table.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

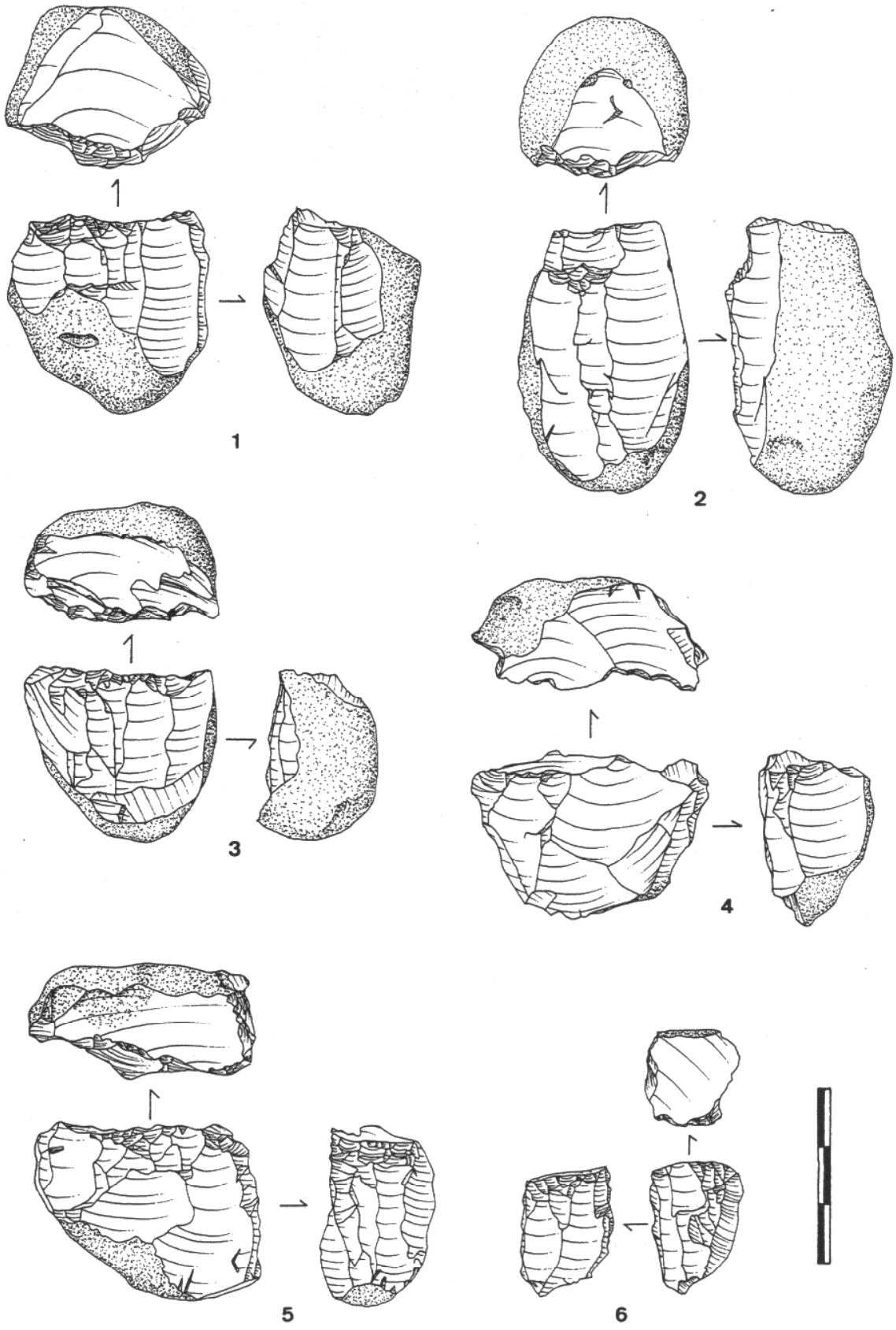


Fig. 134. Beg-er-Vil. Nucléus. 1-4 : Nucléus unipolaires ; 5-6 : nucléus unipolaires à table étroite (Marchand, 1999).

b- L'outillage

Avec 8.7 % le taux de supports utilisés est assez bas, en regard d'autres sites mésolithiques fouillée (Beg-an-Dorchenn : 10,7 % ; La Gilardière : 11,4 %). L'outillage est dominé par les enlèvements utilisés. Les armatures viennent ensuite avec 21,5 % de l'outillage, et 50 % des outils aménagés. Les trapèzes symétriques représentent 76,2 % des microlithes entiers, la plupart des autres types pouvant s'en rapprocher, si l'on considère uniquement les caractères fonctionnels (flèches tranchantes). Les seuls produits différents sont deux triangles scalènes (un entier et un fragment), et trois trapèzes asymétriques très éloignés des standards armoricains (Fig. 136).

c- La place du débitage bipolaire sur enclume

Pour le silex, la présence anecdotique d'éclats issus de cette méthode est anecdotique (1% des éclats entiers). Seuls deux galets fendus longitudinalement et deux nucléus sur enclume ont été décomptés . En revanche, 24 galets fendus en quartz on été répertoriés, de même que de rares galets fendus en grès grossier qui attestent de l'utilisation de cette percussion. On ne peut parler de standardisation sur un échantillon aussi restreint. Notons que les galets de quartz fendus sont de taille réduite (20 – 40 mm) alors que des modules plus grands (de plus de 70 mm) s'observent sur les plages alentours et ont servis dans les foyers.
La position de des produits issus de cette technique au sein des chaînes opératoires est difficile à préciser.

d- La place de la percussion directe dure

L'observation des stigmates sur les éclats corticaux ne permet pas de supposer l'application d'une méthode autre que la percussion directe dure. Ici, les éclats corticaux constituent près de 31 % des éclats bruts (17 % à la Gilardière) et présentent des talons pour la plupart lisses et larges.

1-1-5-5- Conclusion

On peut distinguer une chaîne opératoire intégrée générale qui renferme la fabrication de lames, lamelles et éclats corticaux en début de débitage, et une chaîne opératoire intégrée restreinte, marquée uniquement par le production d'éclats (pour l'outillage commun). Cette dernière s'appliquerait à des galets de qualité médiocre, les meilleurs étant réservés à la production de supports allongés. Dans les deux cas, il n'y a pas de préparation des galets, mais une simple adaptation aux convexités naturelles. Les traits techniques à retenir sont : standardisation de la production de lamelles (rythme préférentiel), préparation des talons de lames et lamelles de plein débitage par facettage/abrasion, débitage probable à la percussion indirecte (avec des réserves), outillage classique pour le Mésolithique armoricain (rares grattoirs, coches, denticulés), importance des couteaux à bord abattu complétant les troncatures pour des fonctions de découpe et enfin faible mise en forme des convexités, mais entretien des plans de frappe par tablettes totales.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

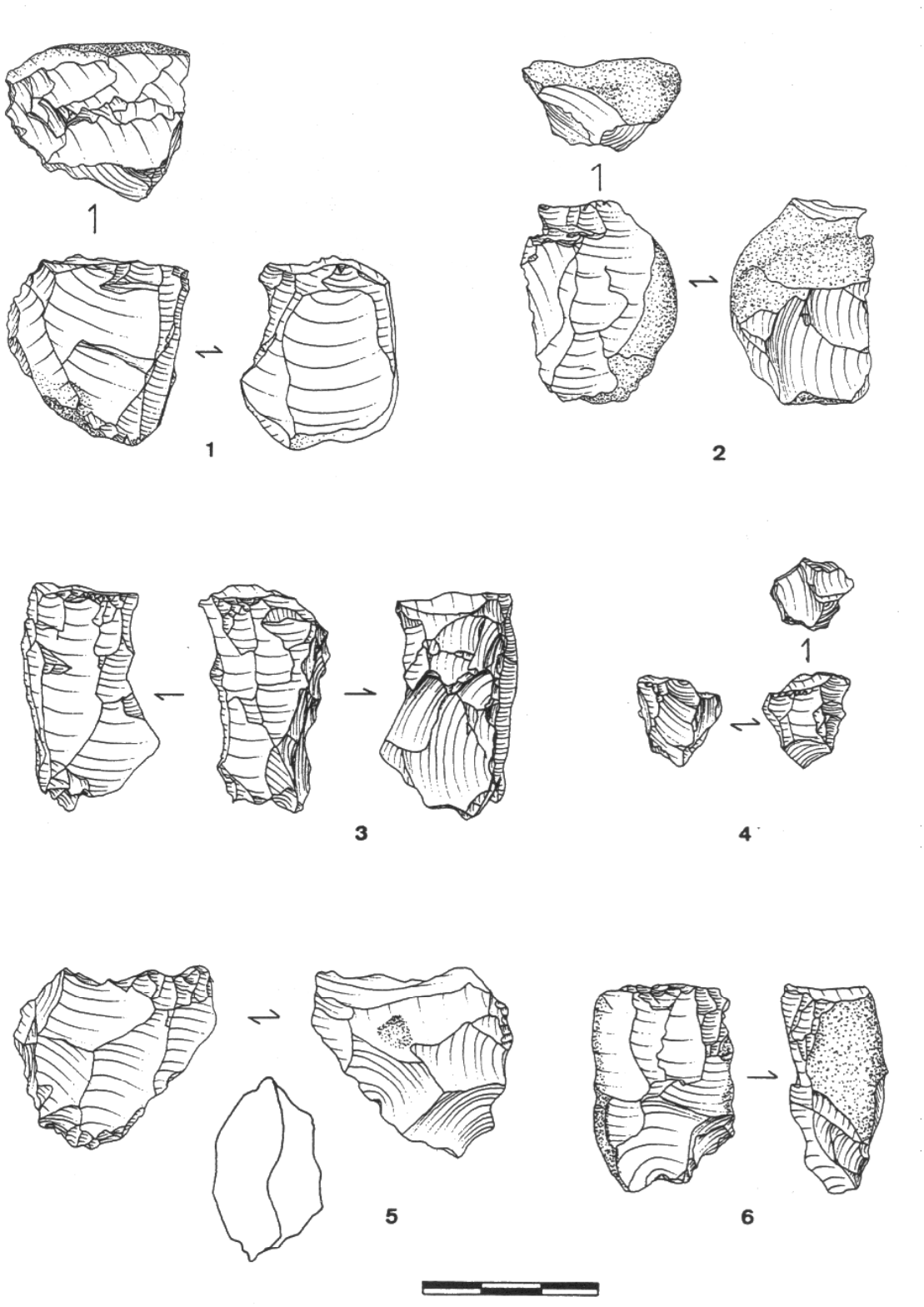


Fig. 135. Beg-er-Vil. Nucléus. 1 : nucléus unipolaire ; 2 : nucléus bipolaire angulaire ; 3 : nucléus unipolaire principal, à néo-crête postéro-latérale et tentative de débitage opposé ; 4-6 : nucléus bipolaires (Marchand, 1999).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

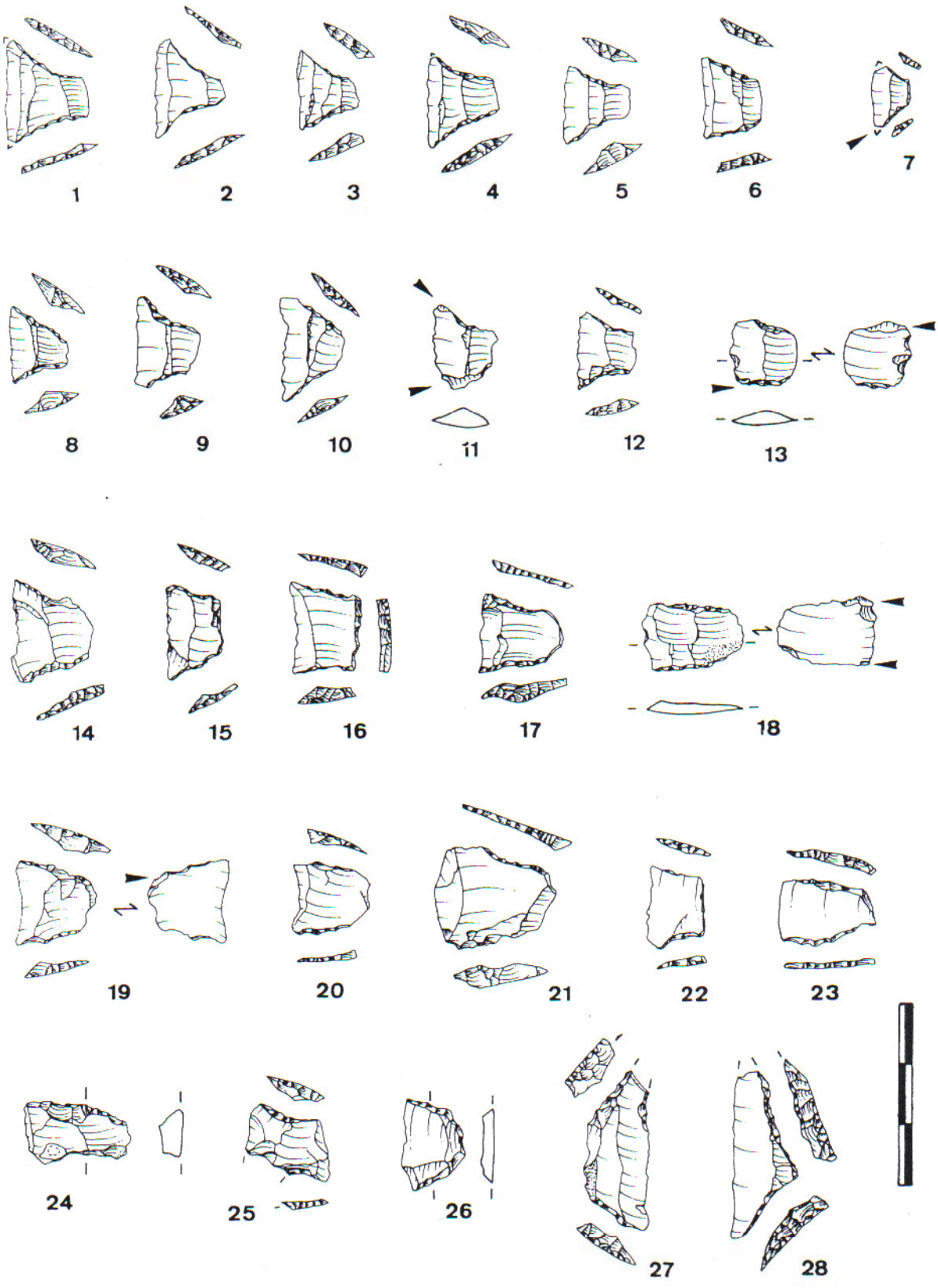


Fig. 136. Beg-er-Vil. Armatures. 1-14 : trapèzes symétriques courts sur lames et lamelles ; 15-16 : trapèzes symétriques longs sur lames et lamelles ; 17-19 : trapèzes symétriques courts sur supports indéfinis ; 20-25 : trapèzes symétriques courts sur éclat (dont 22 et 23 : éclat janus) ; 26 (segment ou trapèze symétrique) ; 27 : trapèze asymétrique long ; 28 (Marchand, 1999).

1-1-6- Le site de Ty Nancien (Plovan, Finistère)

Cette occupation préhistorique est connue depuis les premiers ramassages de surface réalisés par P. Berrou. L'abondance du matériel lithique et la relative richesse en microlithes a conduit à la mise sur pied d'une campagne de fouille par P. Gouletquer (1970).

1-1-6-1- Situation et description du site

Le site de Ty Nancien est localisé dans la commune de Plovan (Fig. 137), plus exactement sur la parcelle n° 65 de la section AD du cadastre de Plovan de 1970. Il s'agit d'une surface rectangulaire plus ou moins régulière. A la suite d'un relevé précis, une surface ovalaire concentrant la presque totalité des vestiges a été délimitée, d'orientation SW-NE. La surface fouillée s'étend sur 12 m^2 dans la partie Nord-Ouest de cette zone.

1-1-6-2- Stratigraphie du site

La stratigraphie est constituée à la base par la roche en place (serpentine altérée). Juste au dessus, apparaît une couche d'argile d'altération en position naturelle, mais mêlée parfois de terre grise, de pierrailles ou d'humus. Ce niveau est très peu perturbé et peut être considéré comme premier niveau d'occupation. Une coupe réalisée selon un transept W-E (AA35- E35) montre le passage d'une stratigraphie simple (à l'Ouest) à une superposition plus complexe d'éléments naturels et anthropiques à l'Est (Fig. 138). Une masse assez importante de terre grise se superpose à cette couche argileuse, elle aussi mêlée de rares pierrailles sans ordre apparent. La couche supérieure est constituée d'une masse de pierrailles très compacte, pénétrant parfois la couche inférieure de terre grise. Des pierres orientées de bas en haut affleurent dans cette masse supérieure comme si elles avaient glissé dans un trou (Fig. 139).

1-1-6-3- Historique de la stratification

C'est sur une topographie irrégulière constituée de pointements rocheux (plus ou moins altérés en argile) dont certains dépassent le niveau actuel du sol, et de creux pouvant atteindre 60 centimètres de profondeur (en dessous du sol actuel), et remplis en partie par de l'humus, que semblent s'être installé les préhistoriques. Certaines dépressions naturelles recreusées et les traces de poussière de roche rejetée sur les côtés sont autant de preuves de l'aménagement de leur espace par les mésolithiques. Les déblais provenant de cet aménagement recouvrent cependant des couches de terre contenant au préalable des silex (Fig. 140). La question d'une antériorité ou contemporanéité du creusement et du dépôt des silex se pose alors à nous. Une seconde phase de comblement des fosses s'est produite. Elle semble se dérouler en deux étapes, en particulier à l'Est du profil nord .

Le nombre d'éléments récoltés croît de la surface du substrat rocheux vers la surface comme le montre la figure ci-dessous (Fig. 141). Cette croissance dans le nombre de produits bruts s'observe aussi au sein de l'outillage. Notons aussi que le taux d'accidents thermiques est plus élevé dans les carrés E34, E35 et B34. Il s'agit des zones où l'on trouve des accumulations de pierres ou de leur périphérie. Des charbons ont été retrouvés entre les carrés B34 et B35. On ne peut en déduire de lien avec de probables foyers, mais cette observation renforce l'idée de présence de foyers. Le taux d'armature au sein de l'outillage témoigne avec une probable présence de restes de foyers de l'importance de ce site.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

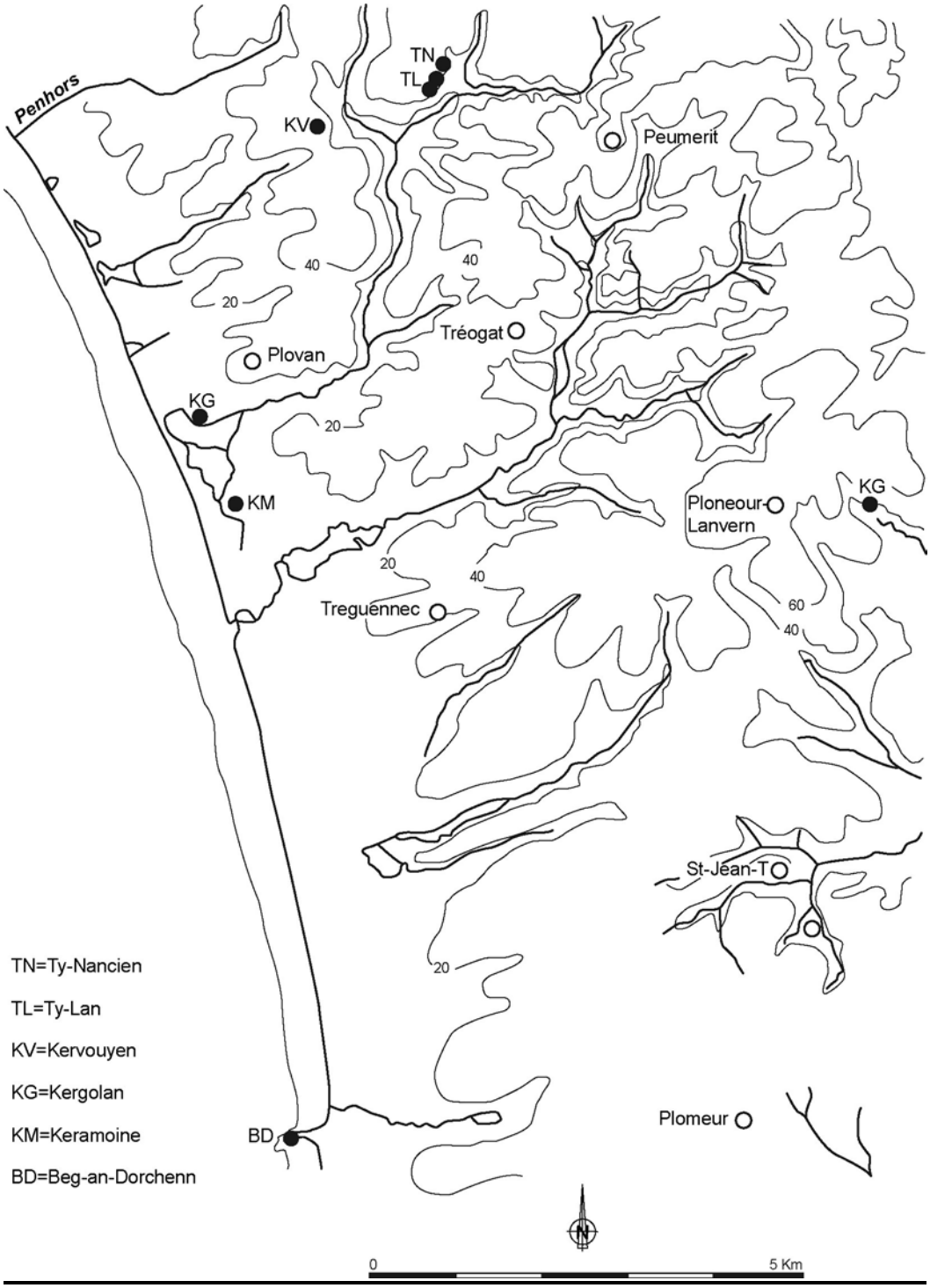


Fig. 137. Localisation du site de Ty Nancien (d'après Berrou et Gouletquer, 1973)

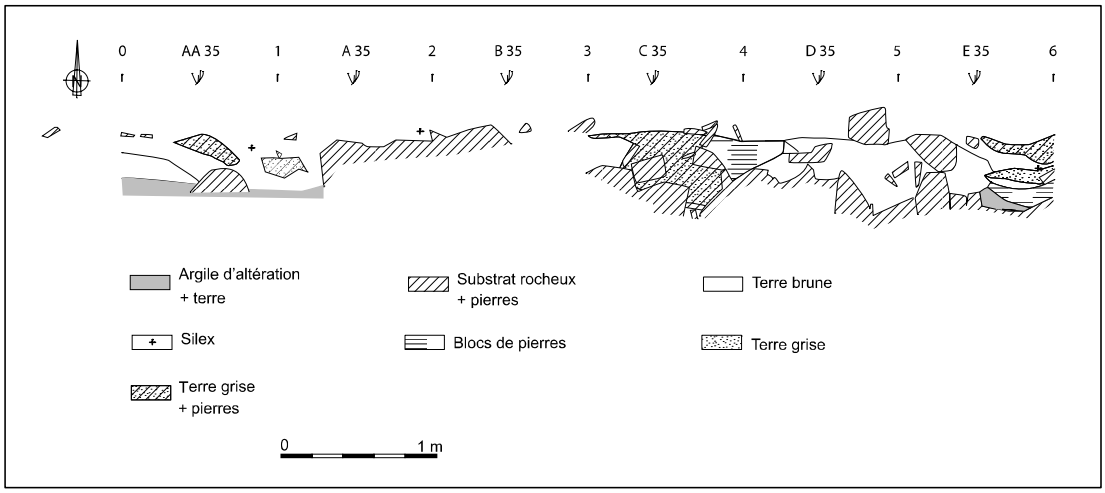


Fig. 138. Coupe stratigraphique d'Ouest en Est.

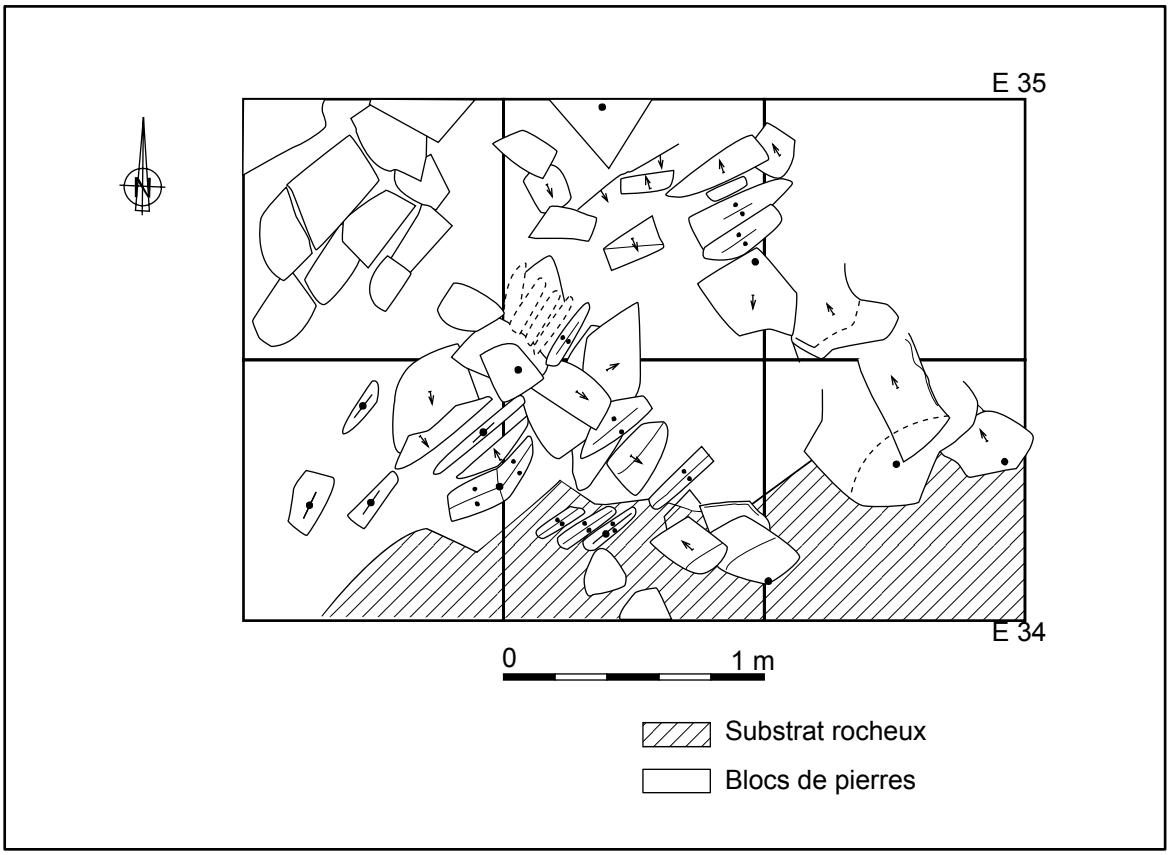


Fig. 139. Orientation de pierres dessinant une forme de structure en creux.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

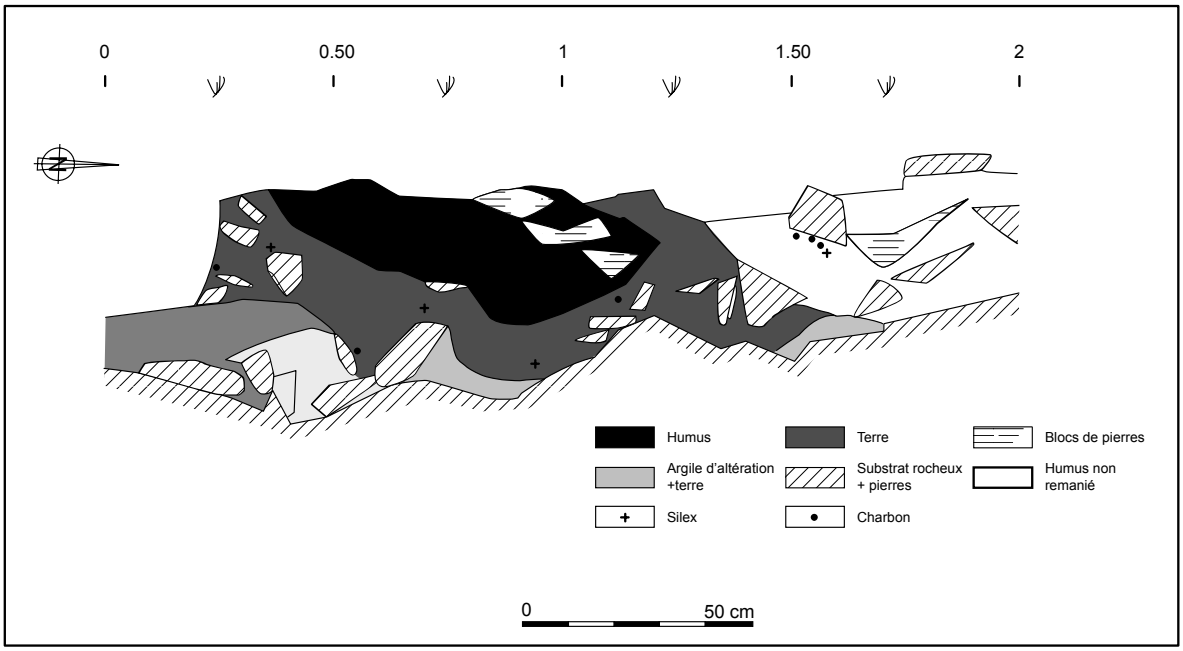


Fig. 140. Schéma de l'organisation spatiale.

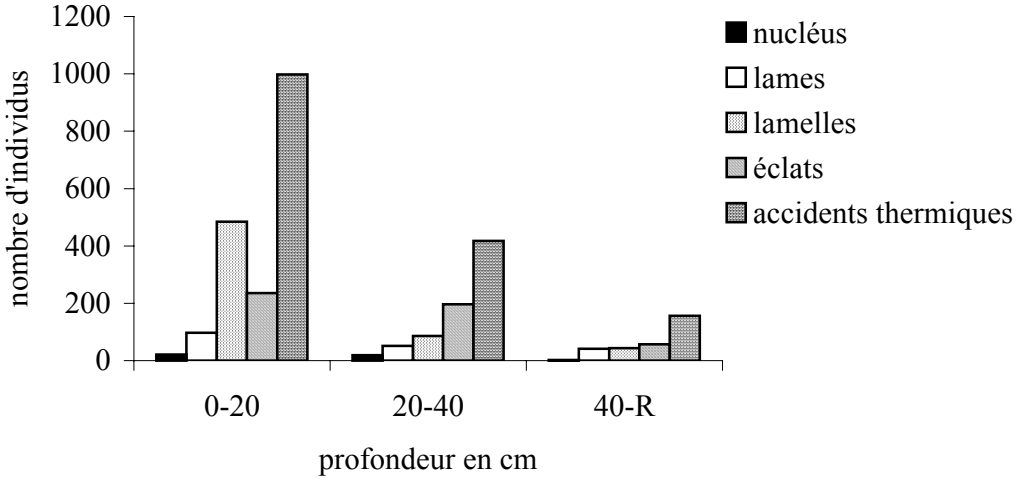


Fig. 141. Variation de la quantité et de la nature des vestiges suivant la profondeur

1-1-6-4- Les matières premières

Le silex est le matériau le plus utilisé (Fig. 142), en raison de la proximité des cordons de galets pléistocènes (tout juste en arrière du cordon de galets actuel de l'Ero Vili) situés à près de 4 km à l'Ouest et qui s'étend de Kerbouron (Plozévet, Finistère à l'Etang de Kergalan (Plovan, Finistère). Ce cordon a été découvert pour la premère fois par A. Guilcher (1948). D'autres roches accompagnent en très faibles quantités les silex. Ce sont les grès éocènes qui affleurent à Kervouster (à près de 13 Km au nord-ouest) et de Pont-l'Abbé (à près de 13 km au sud-est), les quartz et quarzites qui proviennent sans doute du même cordon pléistocène que les silex (Bodéré, 1971). L'absence de matériaux de l'intérieur des terres est dû à cette

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

proximité des cordons et à l'abondance de galets de silex. Les proportions concordent avec l'éloignement du site aux différents gisements géologiques les plus proches.

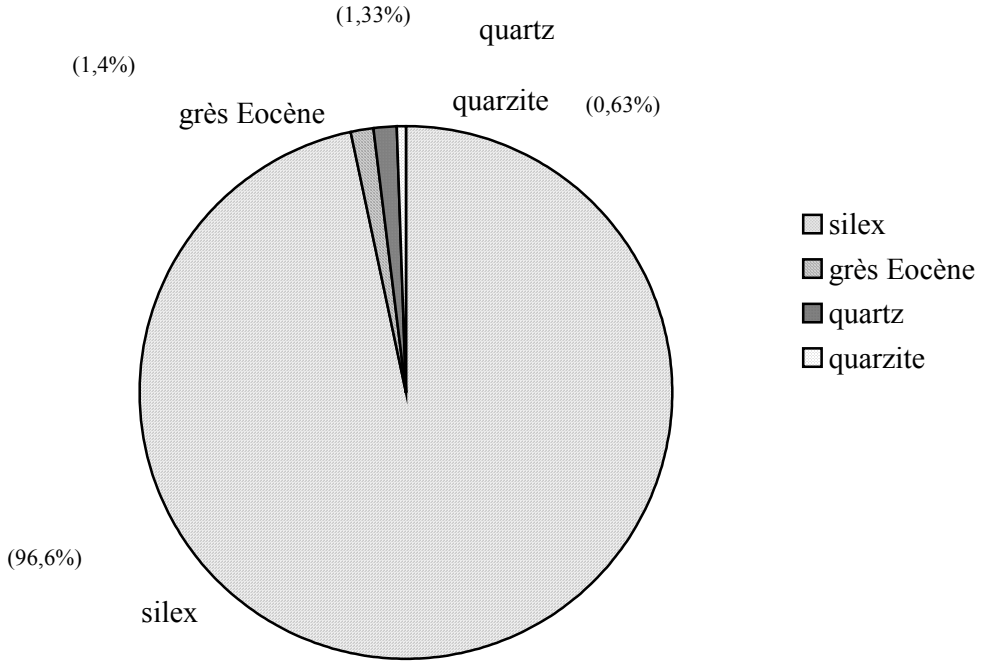


Fig. 142. Proportions des matériaux au sein du débitage brut du site de Ty Nancien.

1-1-6-5- Nature de la collection.

En raison de la nature collante des argiles recouvrant les silex, un tamisage et un lavage ont été effectués. La majorité de l'outillage n'a cependant été repérée qu'au tamisage ou même au lavage. La situation de l'outillage par rapport à la stratigraphie du site reste donc floue. Il semble cependant que la couche labourée est celle qui fournit le plus de matériel et d'outillage important pour la période analysée.

Une première analyse des vestiges a été effectuée par P. Gouletquer (1970). Les nucleus (pyramidaux en majeure partie) sont abondants et sont de taille relativement forte. Ils montrent les traces d'un débitage lamellaire dominant. Les grands éclats sont tout aussi bien représentés. L'outillage commun est composé de troncatures, lamelle à bord abattu, grattoirs etc., mais en proportions faibles. Les racloirs et perçoirs sont quasi-absents, à l'inverse des pièces à coches. Les armatures dominent l'outillage, avec une nette supériorité des trapèzes symétriques), accompagnés de triangles scalènes de grandes dimensions à petit côté concave.

P. Gouletquer avait dès lors noté qu'il pourrait s'agir d'un faciès très tardif du Mésolithique en remarquant la présence de grandes lames et des microlithes de grande dimensions.

Alors qu'aucune trace de foyer n'a été observée sur le site de Ty-Nancien (Berou et Gouletquer, 1973), P. Gouletquer avait décompté plus de 20% de pièces brulées (24% soit 1471 éclats thermiques pour le nouveau décompte). A l'inverse, on ne note pas de traces significatives de traitement thermique sur les outils et autres produits bruts de débitage. La place du feu ne semble donc pas être destinée au pré-traitement des galets de silex avant le débitage. Le feu est-il lié à une activité particulière telle le fumage de poisson et/ou de viande ?

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La présence de quelques tessons de céramique l'a poussé à suggérer une coexistence pour ce site des microlithes et céramique, impliquant dès lors une possible attribution de cette céramique à des « mésolithiques » partageant un même territoire avec des groupes néolithiques (sous réserves).
Une grande attention a été portée sur les éclats et lamelles de plein débitage, ainsi que sur les armatures.
Les lamelles entières représentent 25 % du NMI des produits lamino-lamellaires (99 individus). Au total, le NMI de lamelles est égal à 392 individus. La représentation graphique des mesures de longueur et largeur a montré une présence quasi équivalente du nombre de petites et grandes lamelles, avec cependant une dispersion des mesures très forte dans le cas des grandes lamelles (Fig. 145). Cette dispersion des mesures engendre une lecture difficile de la courbe de fréquence étalée des longueurs, avec des maximum représentant au total moins de 20 % des mesures (L_1=2-2,1 cm ; L_2= 2,9-3 cm). Seule la courbe de fréquence étalée des largeurs montre le surclassement de deux modules de maximum (somme des deux supérieure à 40 %) : l_1= 1 cm ; l_2= 1,4 cm.

1-1-6-6- La/les chaîne(s) opératoire(s) des éclats

Elle peut–être autonome et/ou imbriquée à celle du débitage lamino-lamellaire. Le débitage des éclats représente la moitié (NMI=612) de la production (débitage brut + outillage, abstraction faite des armatures) (Fig. 144 ; Tabl. 55 et 56, Annexe 3). Trois hypothèses sont à envisager pour expliquer le faible nombre de nucléus à éclats , du moins pour les dernières phases du débitage :

- Soit le débitage d'éclats se situe en amont du débitage lamino-lamellaire. Selon cette hypothèse, on observera uniquement sur les nucléus des négatifs de lamelles et lames.

- Soit le débitage d'éclats est imbriquée à la chaîne opératoire lamino-lamellaire. Cette hypothèse semble être la plus envisageable car on note à la fois au sein des dernières enlèvements des négatifs d'éclats, lamelles et lames. Il est cependant difficile d'en déduire une absence totale de superposition des deux schémas opératoires.

- Il existe une chaîne d'éclats propres. Ces derniers seraient le produit de la technique du débitage bipolaire sur enclume (attestée par 1 nucléus fendu réaménagés en outil à gratter) (Fig. 147, Annexe 3). Cette chaîne opératoire s'exprime peu et ne peut être interprétée comme autonome. C'est aussi le cas dans plusieurs industries du Mésolithique final en Bretagne : Beg-er-Vil (Quiberon, Morbihan), Pors-Bali (Moëlan-sur-Mer, Finistère), ou Kerliézoc (Plouvien, Finistère) (Marchand, 1994, 1999 ; Josselin et *al.,* 2003 ; Guyodo et Marchand, 2005).

Le développement de modalités multipolaires et discoïdes (Fig. 143, n°1 ; Fig. 152 ; Fig. 156, Annexe 3) sur des nucléus trapus engendre l'expression d'une chaîne opératoire d'éclats ; qui reste cependant peu développée. La majeure partie des éclats s'intègre alors dans un second schéma où éclats, lames et lamelles se succèdent.

La représentation graphique des dimensions des négatifs d'arrachements présents sur les nucléus montre une absence d'éclats courts (longueur<largeur). La superposition des enlèvements oblitère sans doute une vision générale des empreintes. La distinction entre les éclats allongés, les lamelles et lames reste difficile au vue des critères de distinction utilisés.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

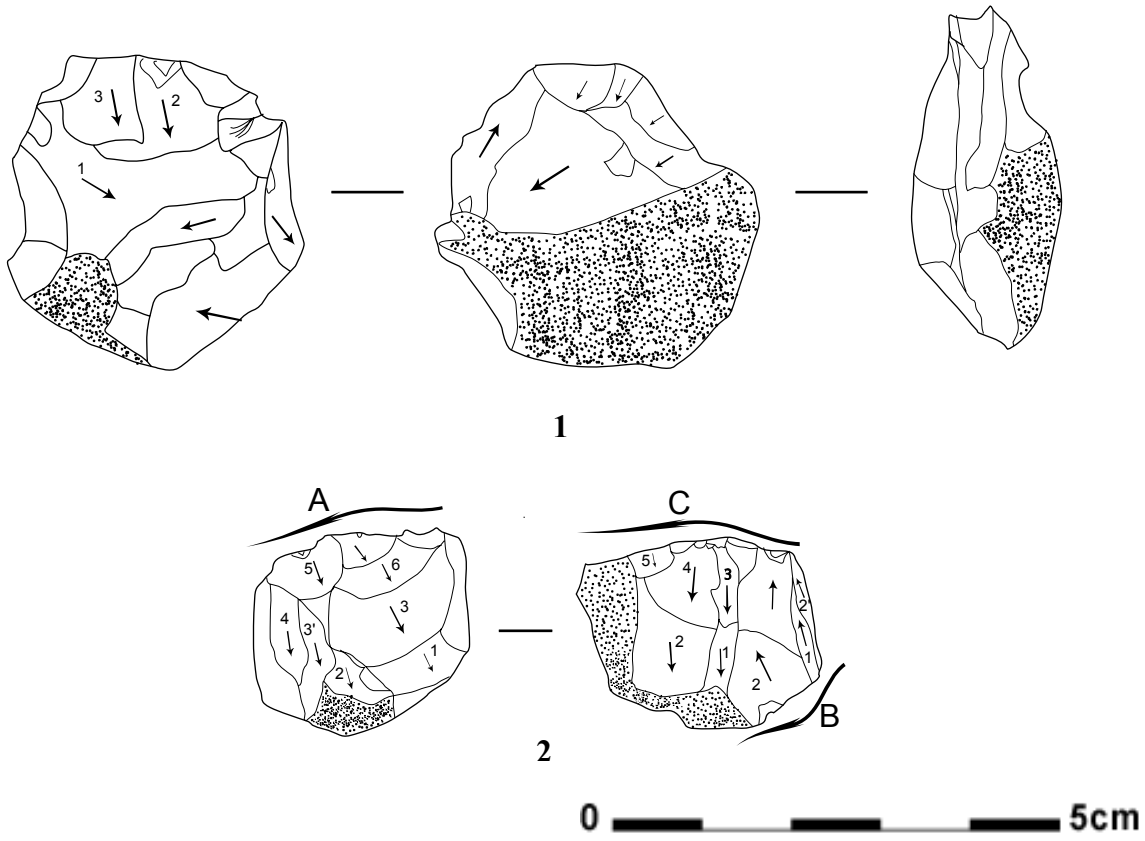


Fig. 143. Ty Nancien. Nucléus à éclats en silex : 1 multipolaire. ; 2 unipolaire à bipolaire bifacial.

1-1-6-7- La chaîne opératoire intégrée

a- Les produits

Les critères de distinction entre lames et lamelles sont sujettes à discussion (Fig. 145). Ce que nous nommons lames ont été identifiées par P. Gouletquer comme étant des grandes lamelles. Il reste cependant que le débitage lamino-lamellaire représente plus de la moitié des produits (abstraction faite des supports d'armatures). L'analyse de l'allongement maximal des armatures montre une concentration des dimensions des grandes bases entre 1 cm et 1,5 cm (Fig. 146). En supposant une production d'au moins deux armatures par support brut, on retrouve une longueur de support au moins égale à 2,5 cm. Il ne semble pas avoir eu de sélection des supports suivant le critère longueur. En revanche deux classes de valeurs dominent les largeurs des supports et des outils avec pour valeurs centrales respectives (Fig. 149) : l_1= 1 cm (environ 31.2 % des valeurs) et l_2= 1,25 cm (environ 13 % des valeurs). Ces deux fréquences de modules sont presque égales à celles observées par P. Gouletquer (l_1= 1 cm et l_2= 1,4 cm). La concentration des valeurs de largeur des différents outils suit cette logique (Fig. 150).

L'ensemble lamino-lamellaire comprend essentiellement des individus à 2 et 3 pans, respectivement à 53% et 41% (Fig. 148). Ils portent presque tous des enlèvements unidirectionnels.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

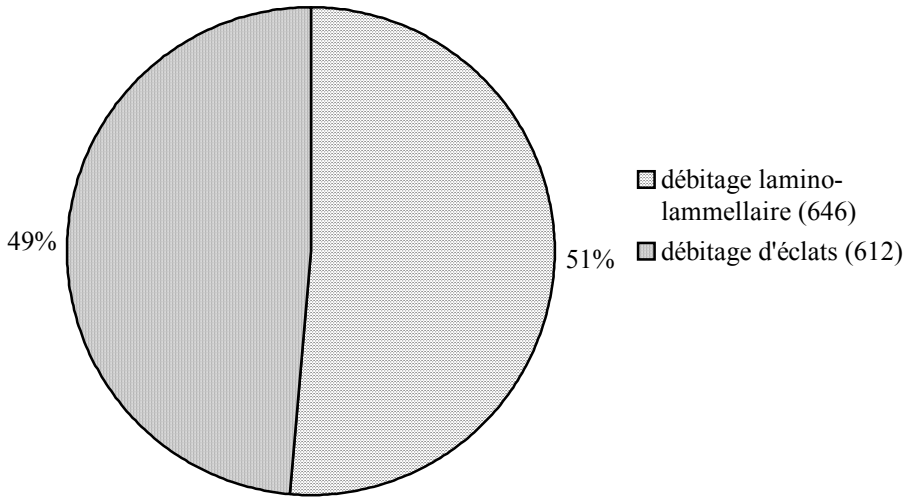


Fig. 144. Proportions des différents types de produits du débitage brut du Ty Nancien (entre parenthèses, nombre de pièces).

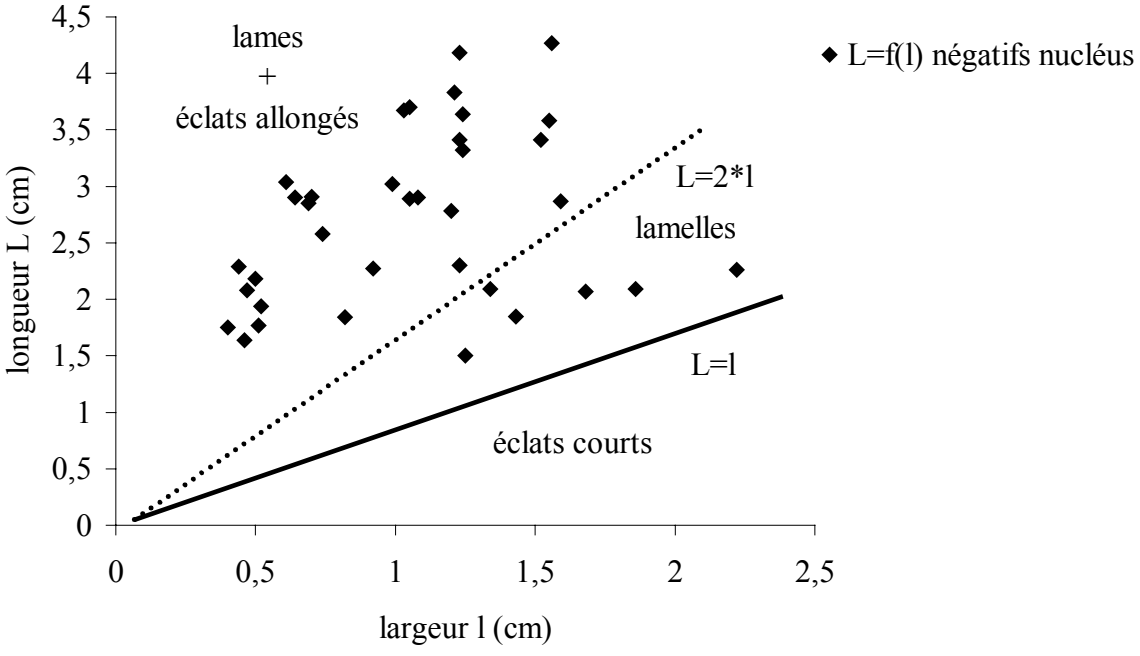


Fig. 145. Variation des dimensions des négatifs de débitage sur nucléus.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

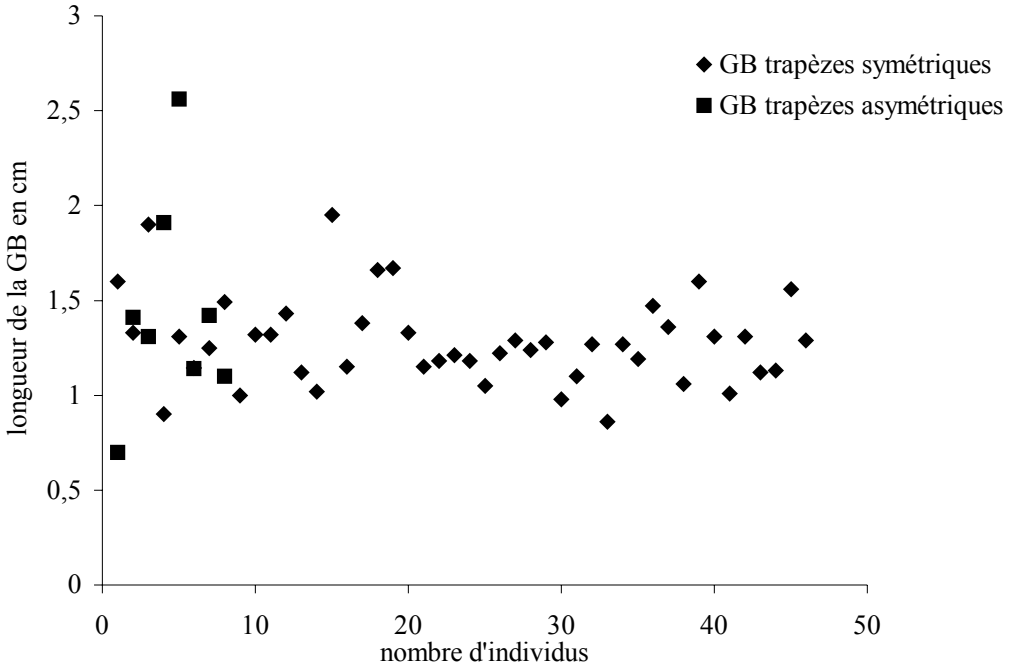


Fig. 146. Variation de la longueur d'allongement maximal des armatures trapézoïdales.

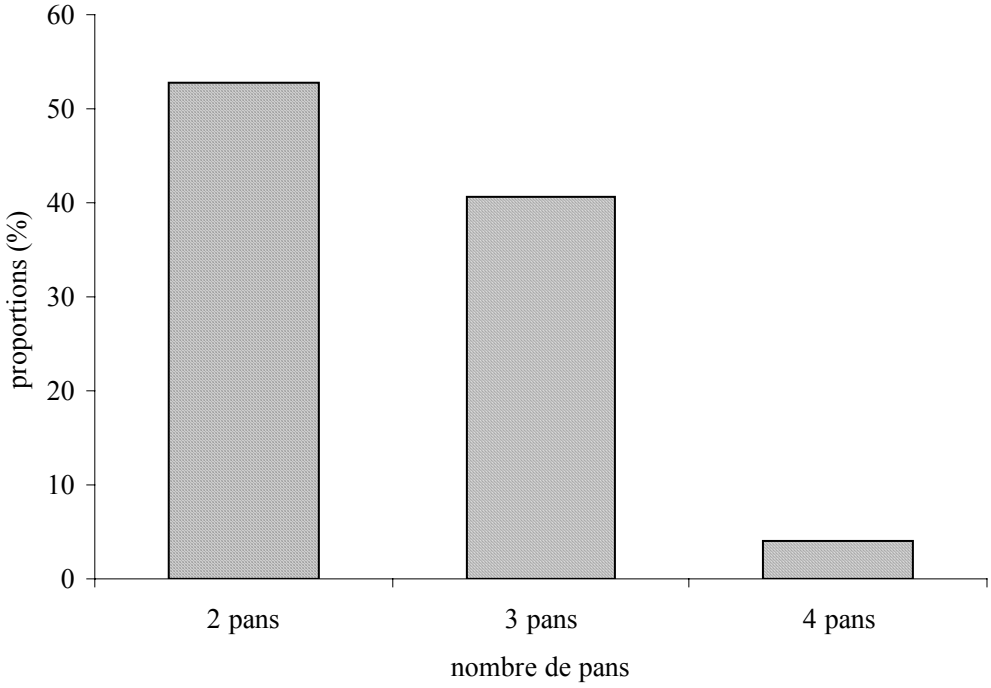


Fig. 148. Proportions des produits lamino-lamellaires suivant le nombre de pans.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

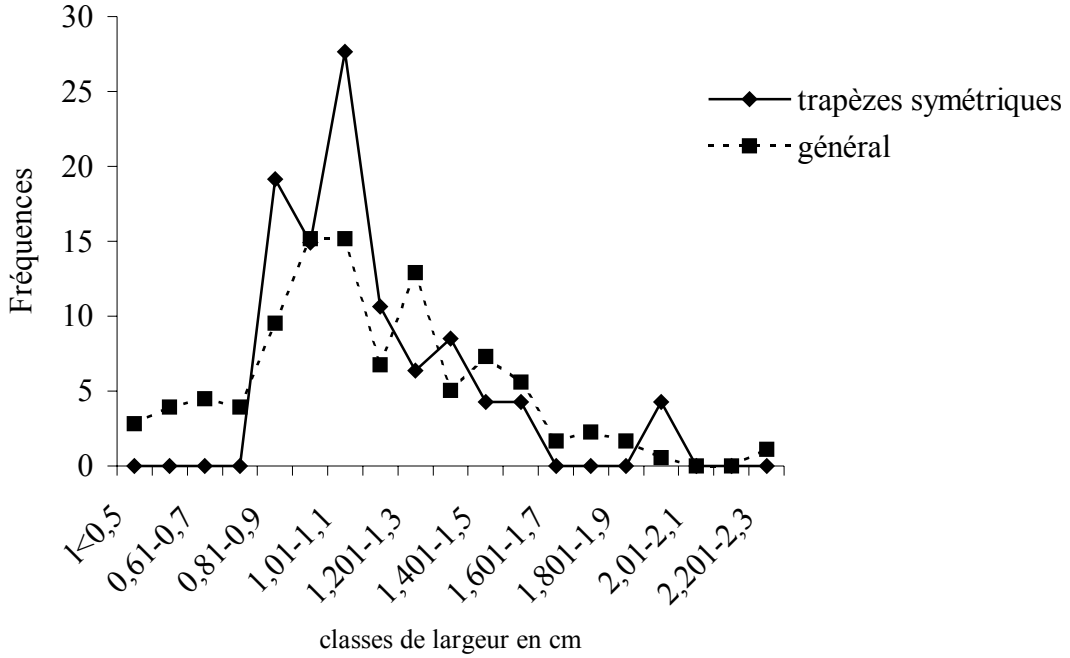


Fig. 149. Corrélation entre les largeurs des armatures symétriques et produits lamino-lamellaires.

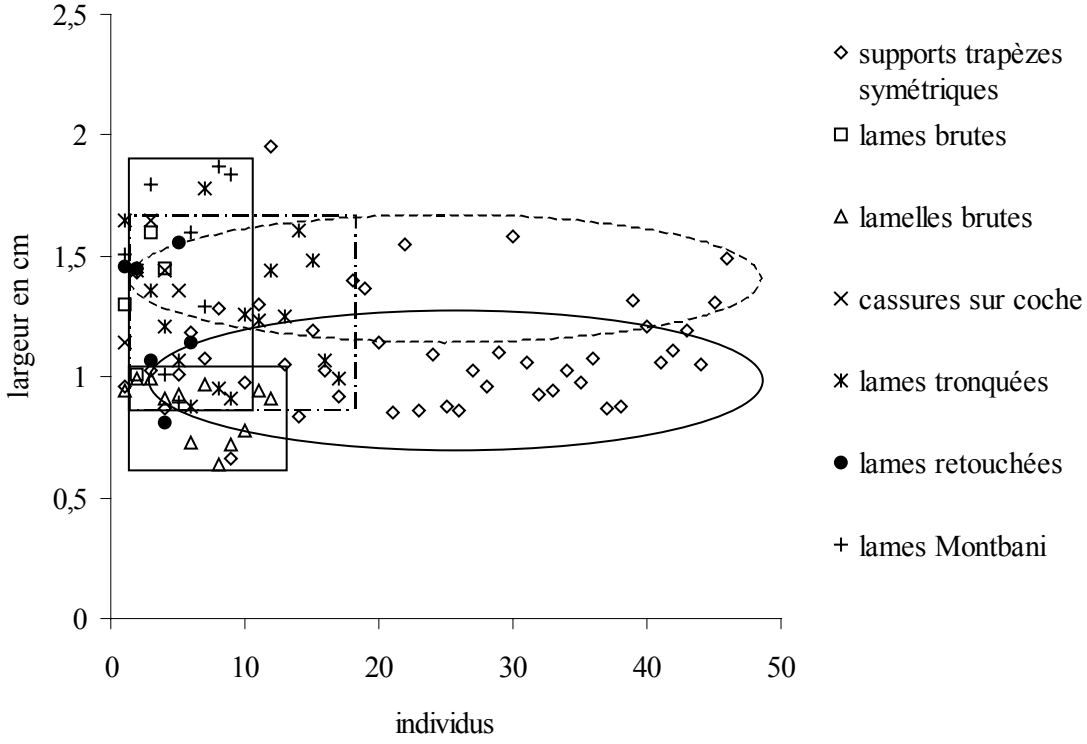


Fig. 150. Variation de la largeur des lames et lamelles du débitage brut et de l'outillage sur support lamino-lamellaire.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

b- Les techniques de percussion

La percussion directe dure est la plus utilisée sur ce site (percuteur dur Fig. 162, n° 2, Annexe 3). Il existe cependant des indices d'une percussion à la pierre tendre. En effet la présence d'un percuteur de grès à grains grossiers (Fig. 158, Annexe 3), et à ciment calcaire nous interpelle sur l'utilisation fréquente de percuteurs tendres. Le faible taux de produits à talon punctiforme (1%) est une limite à l'estimation de l'influence de la percussion à la pierre tendre. L'inclinaison des talons et les bulbes peu prononcés des produits sont des indices de l'application posée de la force. Les talons lisses minces (64,3 %) et lisses larges (25%) dominent en effet l'ensemble de la collection (Fig. 151). L'on pourrait penser à la percussion indirecte. En effet, l'inclinaison du plan de frappe par rapport au plan de débitage, fait un angle généralement compris ente 45° et 80°. Or en percussion indirecte, et sur nucléus pyramidaux, l'angle d'éclatement se rapproche de 90°, ce qui devrait générer des produits laminaires arqués. Ces produits sont en effet observés au sein de la collection (Fig. 170 ; Fig. 157 et 158, Annexe 3). Peut-on dès lors parler d'utilisation systématique de cette technique ? Les rares esquillements du bulbe observés ne se produisant pas dans l'épaisseur du talon, il est difficile de les associer à la percussion indirecte. Il est alors impossible de faire la part entre ce qui dérive de la percussion indirecte s.s. et de la percussion à la pierre tendre.

On peut attester de l'utilisation à la fois de la percussion directe dure, de la percussion tendre et/ou de la percussion indirecte, ainsi que de rares occurrences de percussion bipolaire sur enclume (20 éclats, soit 1% en NMI brut ; 27 éclats siret, soit 1,3% en NMI brut ; 3 quartiers d'orange, soit 0,1% en NMI brut).

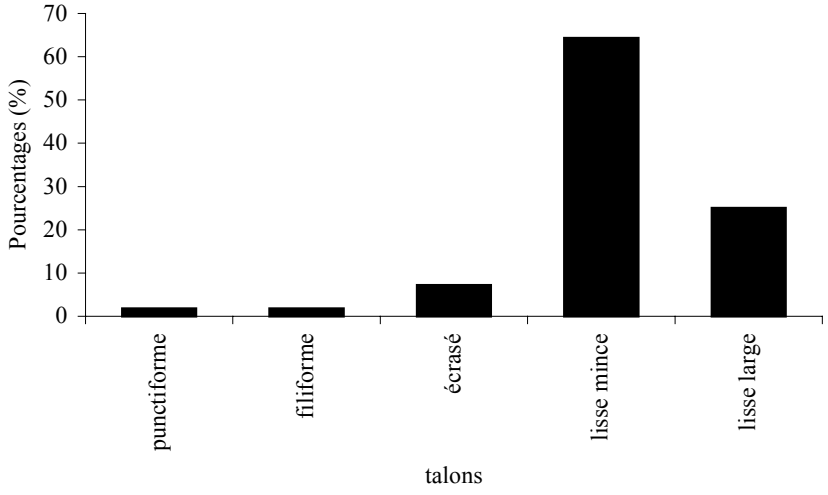


Fig. 151. Décompte des types de talons présents au sein du débitage brut et de l'outillage.

1-1-6-8- Les méthodes de débitage

a- Nucléus et schémas diacritiques

Sur un total de 27 nucléus (peu abîmés par le feu) analysés, la modalité unipolaire domine avec 18 individus (Fig. 153, 154 ; Fig. 159, 160 et 161, Annexe 3), soit plus de 66%. La modalité multipolaire (Fig. 143 ; Fig. 156 et 161, Annexe 3) suit avec seulement 3 individus (11 %). Le débitage discoïde, bipolaire et centripète dénombrent chacun 2 individus (soit au total près de 23 %) (Fig. 152 et 153 ; Fig. 159 et 161, Annexe 3). Cette hégémonie de la

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

méthode unipolaire est constante quelque soit le faciès de silex analysé, avec un pourcentage variant en fonction de la quantité relative des éléments d'une microstructure.
Parmi les 18 nucléus unipolaires, seuls 12 nous auront permis de déterminer l'ordre de succession des enlèvements. Parmi-ceux-ci, près des 2/3 ne subissent qu'une seule phase de débitage, soit approximativement la moitié des silex n'ayant subi aucune altération thermique post déposition ou accidentelle.

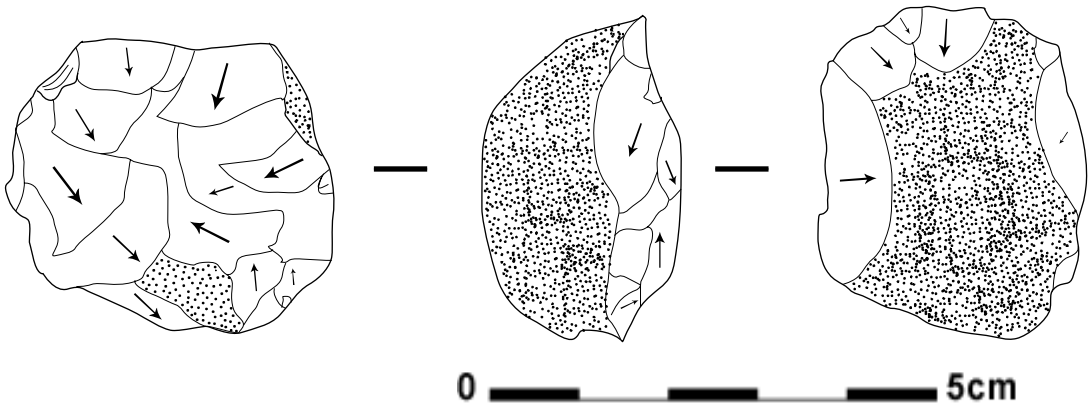


Fig. 152. Ty Nancien. Nucléus discoïde à éclats en silex.

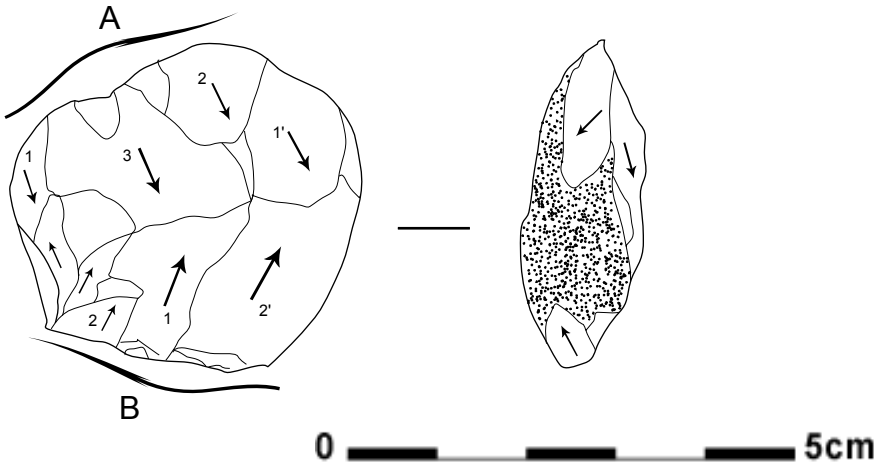


Fig. 153. Ty Nancien. Nucléus bipolaire orthogonal à éclats en silex.

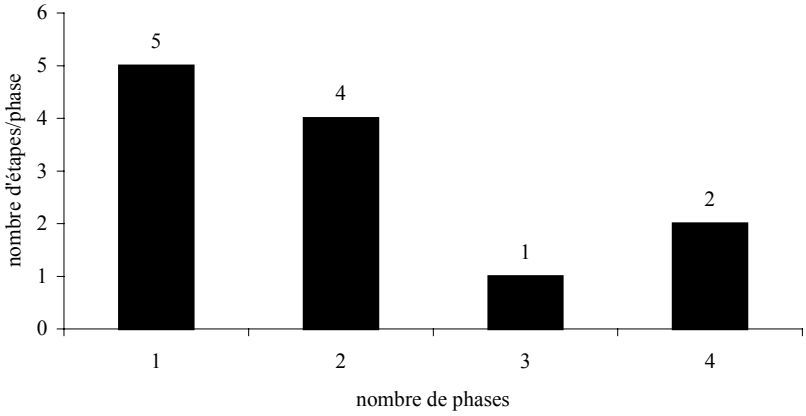


Fig. 154. Variation du nombre d'enlèvements ou produits débités suivant le nombre de phases de débitage observée.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La corrélation entre le nombre de phases de débitage observées et le nombre d'étapes (ensembles d'enlèvements successifs) montre que le nombre de phases est inversement proportionnel au nombre d'étapes (Fig. 154). Le nombre total d'arrachements ne dépend pas du nombre de phases observées, malgré qu'il soit élevé lorsque l'on ne dénote qu'une ou deux phases de débitage. En effet, en multipliant le nombre de phases, la production est plus grande (5 pour une phase ; 8 pour deux phases ; 3 pour trois phases ; et 8 pour 4 phases). Tout semble montrer une recherche de l'équilibre des arrachements sur la surface de débitage et par conséquent d'une productivité accrue. Le débitage s'effectue alors dans la plupart des cas (75 % noté ci-dessus) suivant une surface et une seule direction, avec des va-et-vient fréquents, d'où multiplication des phases comportant un faible nombre d'arrachements (1 à 2 ou 3 enlèvements en moyenne) : d'où la dominance des schémas 2-1, 2-3, 2-2-1, ou 1 et 2 (Fig. 155).

b- L'entretien du débitage.

Seule une abrasion systématique de la corniche est constatée sur tous les produits. L'entretien des plans de frappe par micro-facettage ou par tablettes est absente. Est-ce une conséquence de la taille des galets côtiers utilisés ? Les produits éclats ou lamino-lamellaires présentent presque tous des corniches abrasées. Il ne s'agit d'une abrasion au sens strict du terme mais puisque les traces consistent en de micro-éclatements : on peut parler micro-facettage des corniches. Cette action permet simplement d'éviter un éclatement des bords du plan de frappe. Il s'agit pas d'une action systématique ou d'un réflexe de tailleur observé aussi sur des sites d'exploitation majeure d'autres matériaux tels les phtanites (Kerhuellan, Plusquellec ; Yven, 2004), les microquarzites FL (Cobalan, Forest-Landerneau), ou les ultramylonites/cataclasites de Tréméven (Creac'h Miné Vihan, Saint-Thurien ; Tsobgou, ce volume). A l'inverse du site de Kerhuellan où E. Yven note un facettage. Elle y dénote cependant de rares éléments d'entretien et de réfection des modules (éclats de ravivage). Il ne s'agit pas d'un véritable facettage mais d'un réaménagement des plans de frappe par arrachement de grands éclats. Les seuls talons permettant de constater ce procédé technique sont les talons dièdres. G. Marchand (1999) avait déjà démontré au sein des industries du Téviécien que l'abrasion est l'unique technique utilisée dans la préparation des bords de frappe : le plan de frappe restant lisse. Dans l'Ouest de la France, le micro-facettage des bords du plan de frappe n'apparaissent que dans les industries du Retzien (Marchand, 1999).

1-1-6-9- L'outillage

L'outillage (Fig. 164 et Tabl. 53 ; Tabl. 57 et 58, Annexe 3) est constitué essentiellement d'armatures trapézoïdales et triangulaires, de fragments d'armatures, produits (éclats, lames et lamelles) retouchés, de produits (éclats lames et lamelles) à coches, de denticulés et microdenticulés, de produits (éclats, lames et lamelles) utilisés, de monotroncatures (éclats, lames et lamelles tronqués) et d'outil à fonction double. L'analyse morphométrique des outils montre une absence de sélection dans les modules de largeur des supports lamellaires en général, mais avec cependant une forte concentration des largeurs de trapèzes symétriques autour de 1 centimètre (plus de 25% des trapèzes symétriques contre 15% seulement de l'ensemble de outillage + produits bruts) (Fig. 150).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

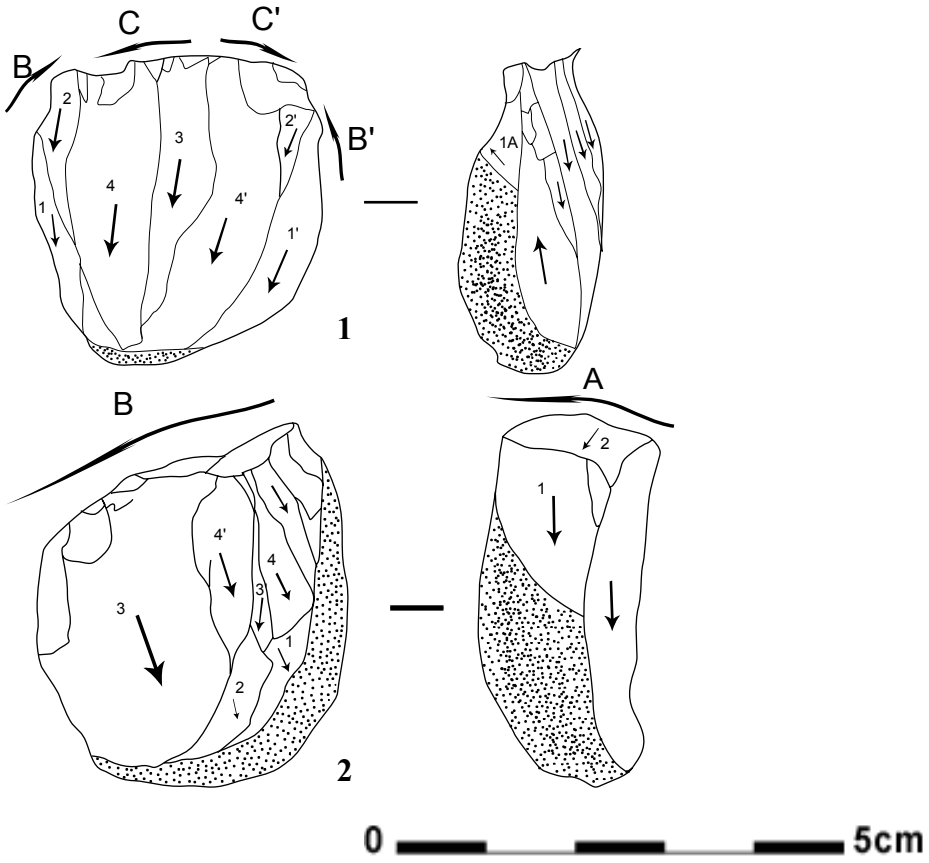


Fig. 155. Ty Nancien. Nucléus en silex : 1 unipolaire unifacial à lame ; 2 unipolaire unifacial à éclats et lames et lamelles.

Tabl. 53. Synthèse de l'outillage du site du Ty Nancien.

Outillage	NMI	% NMI
armatures	99	27,12
produits retouchés	93	25,47
fragments armatures	53	14,52
produits utilisés	28	7,67
monotroncatures	16	4,38
grattoirs	15	4,1
burins	1	0,27
produits à coche	15	4,11
microdenticulés	13	3,56
perçois	1	0,27
racloirs	6	1,64
outils doubles	8	2,2
denticulés	6	1,64
fragments nucleus utilisés	3	0,82
bitroncatures	2	0,55
lames montbani	3	0,82
outil sur galet	1	0,27
proto-armature	1	0,27
armature ratée	1	0,27
Total	365	100

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

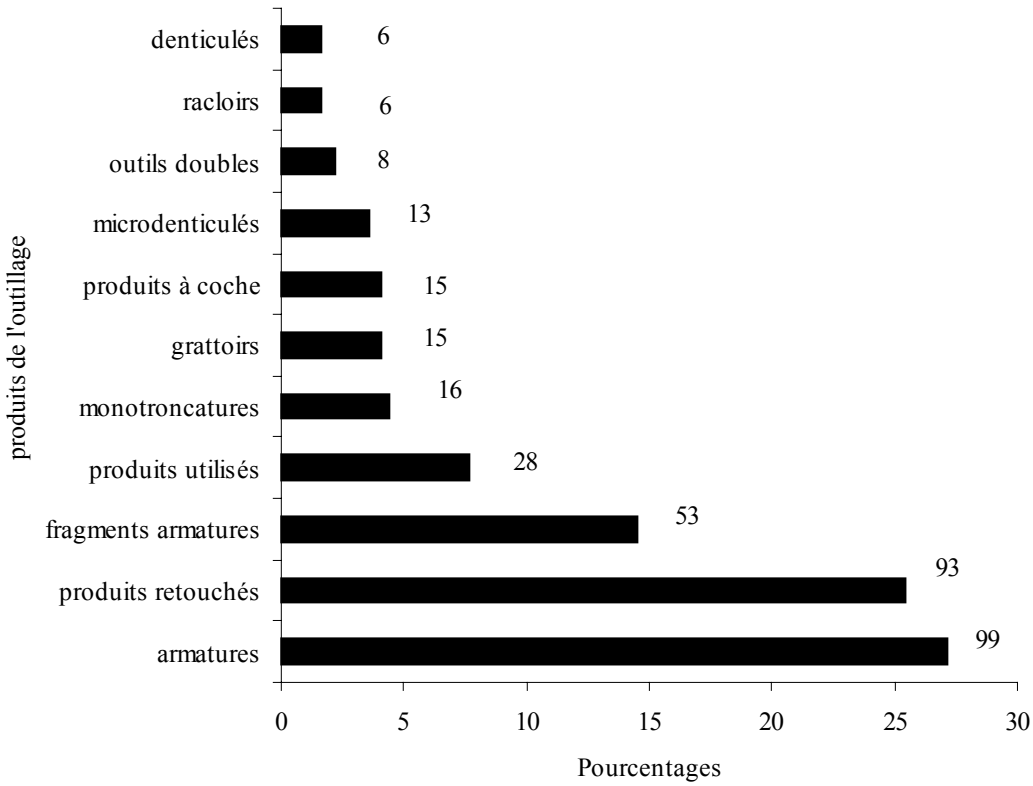


Fig. 164. Histogramme en pourcentages du nombre minimum d'individus de l'outillage (nombre :NMI).

a- Les armatures

a-1- Les produits

On dénombre au total 153 armatures et fragments d'armatures constitués majoritairement de trapèzes symétriques (33%) et de fragments d'armatures (34%).les triangles scalènes et trapèzes asymétriques sont moins représentés avec seulement 14 % pour chaque type (Fig. 165).
Une attention particulière a été portée aux trapèzes symétriques. Ils sont entièrement obtenues par retouches abruptes concaves. Il s'agit de grandes armatures, à l'inverse de toutes celles ont été à ce jour observées au sein des ensembles du Mésolithique final breton.
Le rapport GB/PB (Grande Base/Petite Base) varie essentiellement autour de 2,1 et 2,3 (Fig. 167). La valeur moyenne du rapport L/l des trapèzes symétriques est de 1,2. Ce rapport s'aligne bien sur celui des sites mésolithiques de Creac'h Miné Vihan (Saint-Thurien, Finistère), de Beg-er-Vil (Quiberon, Morbihan) et de Kerliézoc (Plouvien, Finistère), variant autour de 1,3, ou de La Presqu'île (Brennilis, Finistère) sensiblement égal à 1,4. On peut alors s'interroger sur l'âge de la collection étudiée. La présence de rares microburins (Fig. 158, Annexe 3) et de nombreuses armatures de grande taille (Fig. 168 et 169) pourraient être la preuve que l'on soit en présence d'une collection appartenant à une phase très tardive du Mésolithique final en Bretagne. Nous discuterons plus en aval de cette hypothèse d'attribution chronologique.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

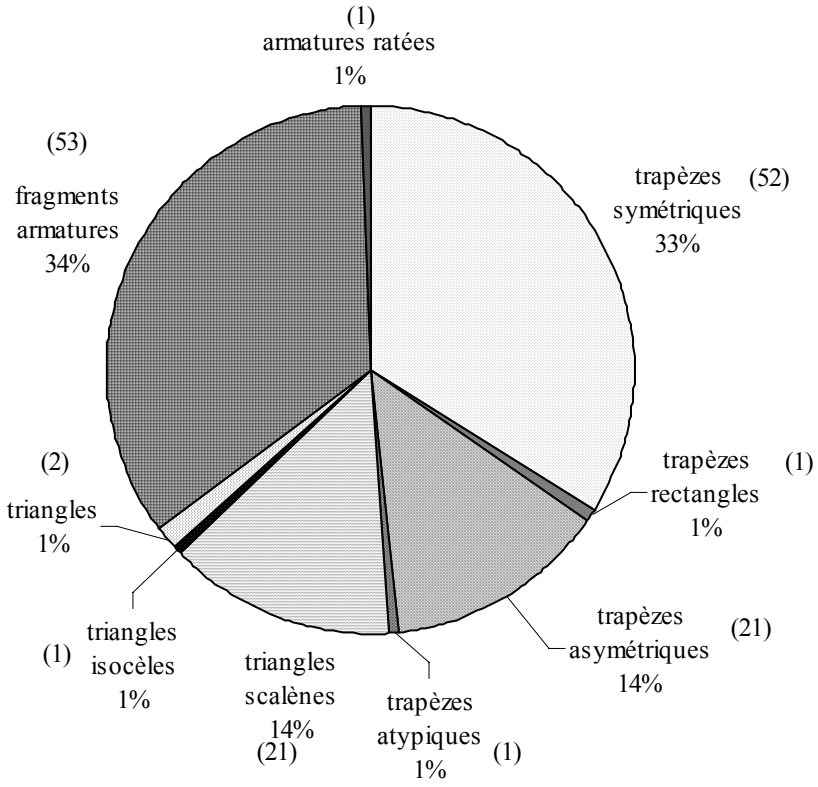


Fig. 165. Composition des armatures (nombre de pièces entre-parenthèses)

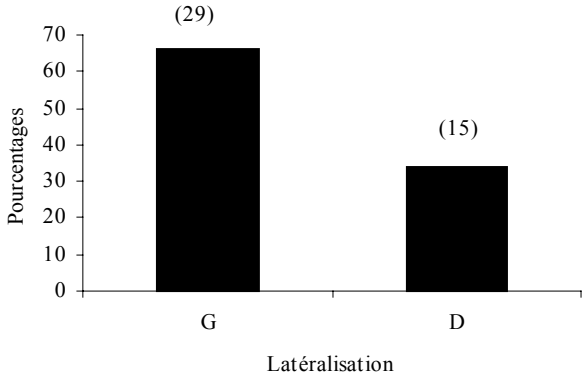


Fig. 166. Latéralisation de la petite base des trapèzes symétriques (nombre de pièces entre parenthèses)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

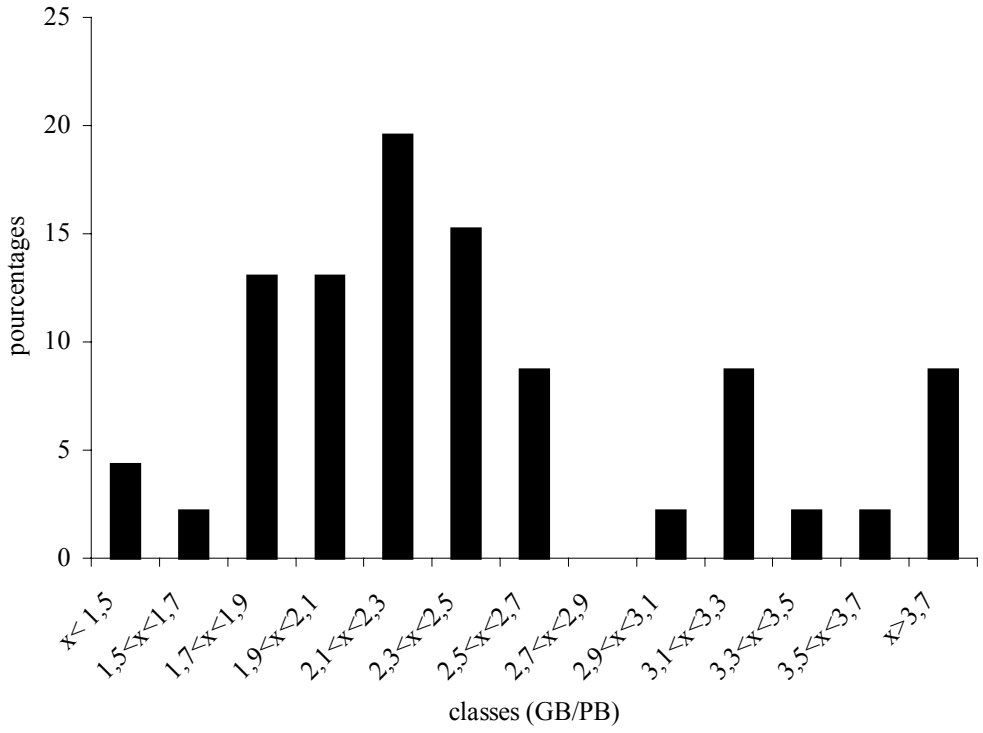


Fig. 167. Histogramme des pourcentages de trapèzes symétriques par classes.

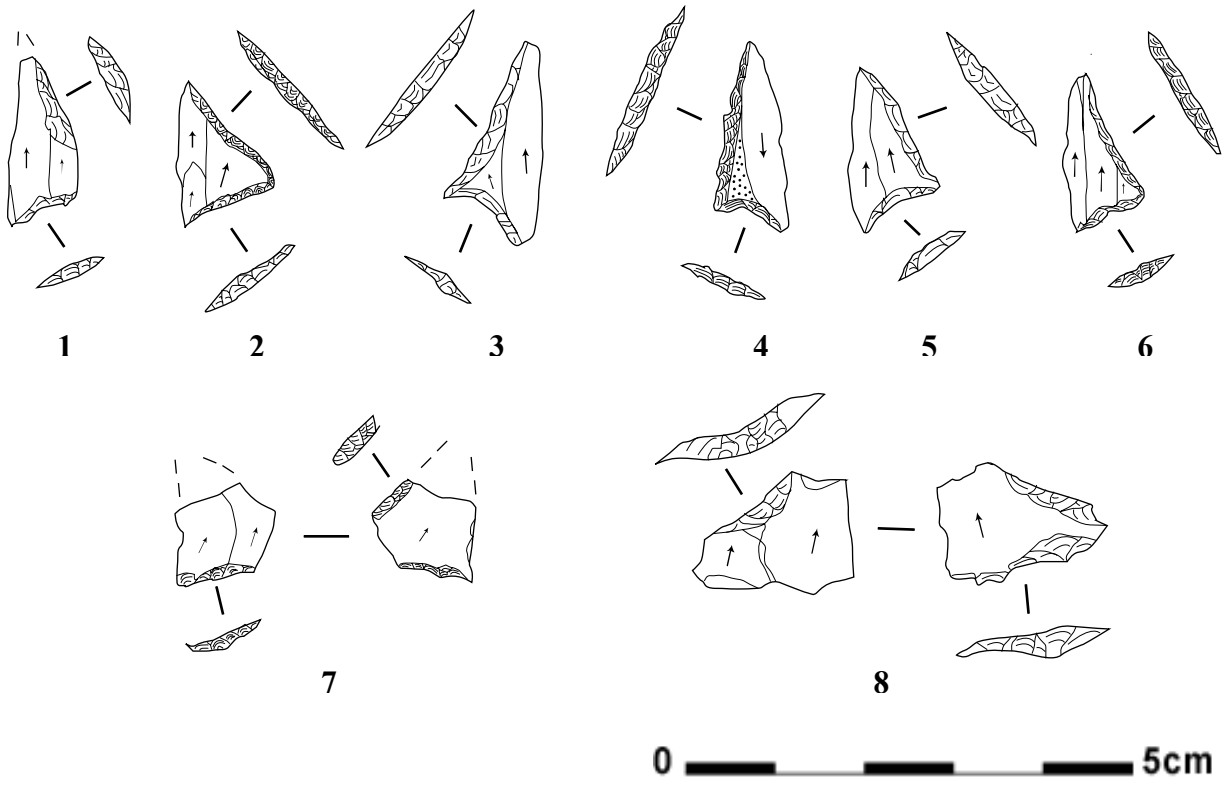


Fig. 168. Ty Nancien Armatures. 1. Trapèze asymétrique ; 2 à 6. Triangles scalènes ; 7 et 8 . Bitroncatures sur éclat.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

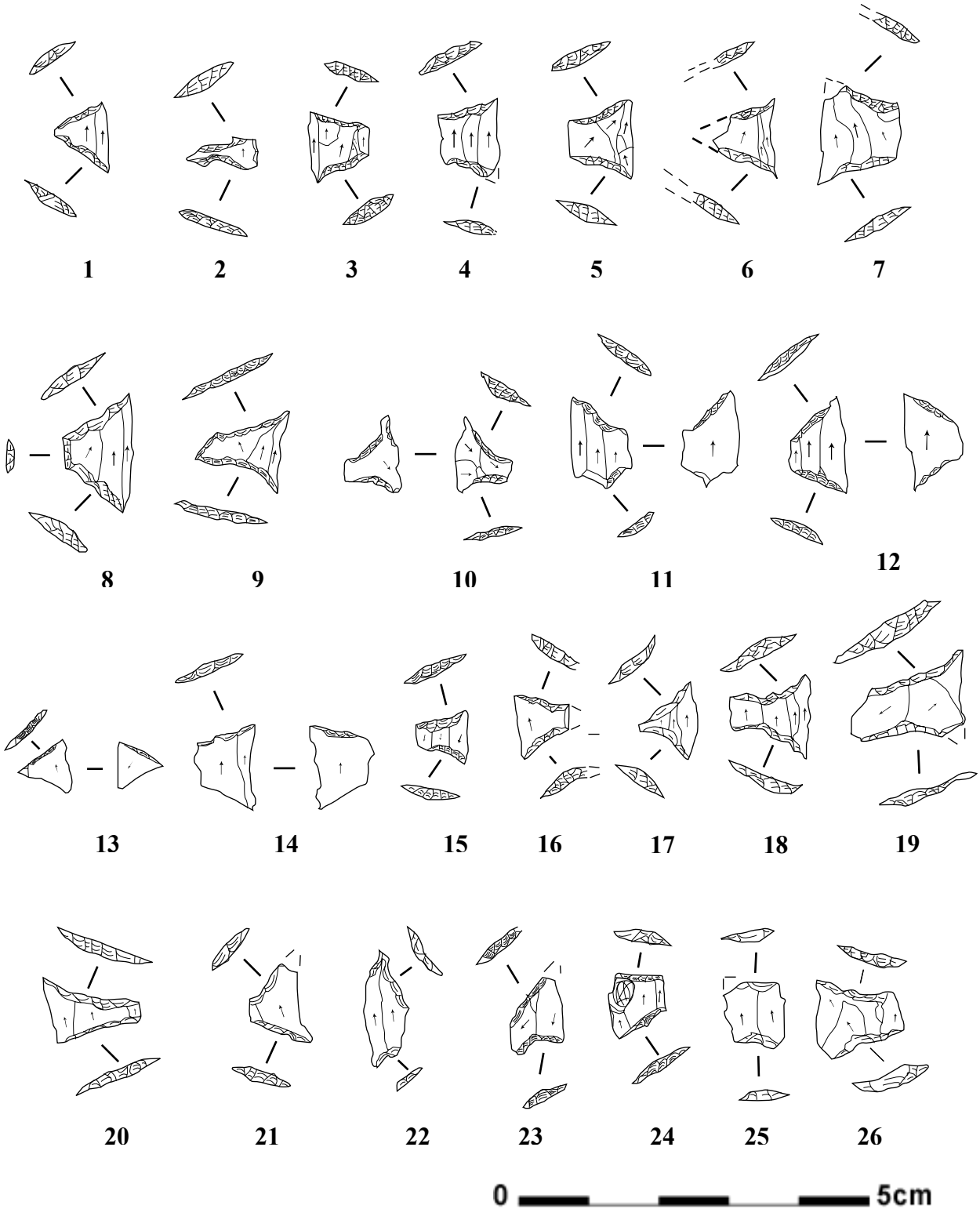


Fig. 169. Ty Nancien . Armatures. 1. trapèze/triangle ; 2 trapèze à base réduite ; 3 à 12, 14 à 19 et 26. trapèzes symétriques, 13. triangle isocèle/trapèze ; 20 à 24. trapèzes asymétriques ; 25. trapèze rectangle.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La petite base est à plus de 65% latéralisée à gauche (29 sur 44 trapèzes analysés) (Fig. 166). A l'inverse des autres outils, les trapèzes symétriques sont à 55% à 3 pans et à 45% à 2 pans. La sélection des modules à 3 pans est sans doute liée à l'aspect rectiligne et large de la surface centrale du support.
Les trapèzes asymétriques possèdent autant de trois que de deux pans. Comme dans le cas des autres outils, la petite base est majoritairement latéralisée à gauche (5 sur 8 pièces). Les triangles scalènes quant à eux sont produits entièrement sur support à deux pans et ont une largeur presque toujours supérieure à 2 centimètres. Elles sont aussi grandes que les armatures trapézoïdales. Cette latéralisation à gauche s'observe partout dans le Mésolithique de l'Ouest.

La forme des fragments d'armature se rapproche pour la plupart de celle des trapèzes symétriques, ce qui par addition ferait croître le pourcentage de trapèzes symétriques au dessus de 60% du total des armatures.

Comme l'avaient déjà démontré P. Berrou et P.-L. Gouletquer (1973), aucune différence qualitative n'existe entre les couches profondes et la couche superficielle de la stratigraphie. Malgré la présence de certains éléments larges obtenus sur support éclat ou lames larges, il n'est pas possible de les classer dans un ensemble homogène à part entière à cause de leur nombre très restreint.

a-2- Les supports d'armatures

Tabl. 54. Proportion des produits lamino-lamellaires entiers et proximaux entre le débitage brut et l'outillage.

lames+lamelles	outils	brut	total
entiers	24	38	62
proximales	51	487	538
total	75	525	600

Le nombre de proximales de lamino-lamellaires est presque 10 fois supérieur au sein des éléments bruts que dans l'ensemble de l'outillage, tous produits confondus (Tabl. 5'). Ceci traduit sans doute une utilisation des parties distales et/ou mésio-distales des produits bruts. Aucune sélection quant aux dimensions des supports à fracturer n'a été effectuée malgré la forte concentration des points observée pour les épaisseurs comprises entre 0,9 et 1,1 cm, les petites bases n'étant presque pas toujours retouchées. Quelques rares éclats sont utilisés comme supports d'armature : la dominance lamino-lamellaire restant toujours la règle.

a-3- Les procédés de fabrication

La fracturation des supports d'armatures est essentiellement faite grâce au procédé de la flexion. La trace d'utilisation de ce procédé est à la fois notée par des fragments proximaux de lames et lamelles à partie apicale horizontale ou oblique. On note ici la présence de rares microburins (Fig. 158, Annexe 3) attestant de l'utilisation moindre de ce procédé.

b- L'outillage commun

Les produits utilisés (éclats et produits lamino-lamellaires) (NMI=28, soit 7%) et les produits retouchés (éclats, lames et lamelles) (NMI=93, soit 27%), les grattoirs (NMI= 15, soit 4%

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

mais uniquement 2% de l'outillage total) et les produits tronqués (4 %) et de microdenticulés (NMI= 13, soit 3,56%) constituent la majorité de l'outillage commun (Fig. 164 ; Fig. 147, 157, 158 et 163, Annexe 3). On note aussi la présence de faibles quantités de denticulés (NMI= 6), de lames Montbani (NMI= 3), de burins (NMI= 1). Parmi les lames Montbani, trois possèdent une partie distale ,orticale. Ceci est une preuve d'un débitage à table ou plan de frappe unique. L'absence de réaménagement de plans de frappe par tablettes et micro-facettage, nous semblent par association à la nature corticale des lames Montbani sus-observées, une conséquence de la qualité des galets (dimensions) exploités. La technique n'est pas contrainte par le degré de technicité de(s) la population(s) ayant occupé ce site car cette notion est subjective, mais par la dimension des blocs de matières premières. L'assimilation de certains denticulés et produits retouchés aux lames Montbani est possible lorsque la retouche n'est pas très développée. La présence de ce produit est le témoin du travail du bois (Fig. 170), probalement dans l'objectif de produire des tiges de harpons.

Malgré le nombre élevé de grattoirs et d'armatures par rapport à l'ensemble des sites connus du Téviécien, la rareté des burins, et de perçoirs est peut-être la preuve de l'absence d'une forte activité de dépeçage du gibier et de tannage de peau. L'activité première du site serait une halte saisonnière de chasse et/ou de pêche. L'absence de restes d'aménagement d'un habitat et les observations précédentes montrent l'occupation du site n'est pas continue sur une longue durée mais rythmée par des va-et-vient constants des mésolithiques. Cette analyse permet de discuter de l'homogénéité de la collection et sur la stratigraphie du site. Doit-on voir dans les discontinuités stratigraphiques du site une réponse aux occupations successives et rapides? Les creusements, la présence au sein des trous de blocs orientés quasiment dans la même direction et la céramique peu importante sont des faits liés à l'activité du site. Une partie de l'outillage fait actuellement l'objet d'analyses tracéologiques par C. Manen. Les résultats de ces analyses ne pourront cependant pas être discutés car non achevées. Quant au partage du territoire entre des populations mésolithiques et néolithiques suggérée par P. Gouletquer à cause de la présence de céramique, la découverte de lames Montbani et de rares microburins d'influence Centre-Ouest et Retzien nous permet d'envisager un contact, dans une phase tardive du Mésolithique final, de populations bretonnes et retziennes, ces dernières ayant déjà subi une forte colonisation néolithique : d'où la présence de tessons de céramique dans ce site de chasse mésolithique. Le territoire ne nous semble pas vraiment partagé entre les deux grands groupes du fait que l'intrusion néolithique dans la nature des outils et les techniques n'est pas très importante.

Les éclats sont les plus représentés au sein des produits retouchés (61 pourcents, NMI= 58) (Fig. 171). Les lames et lamelles constituent près de 60 % des produits retouchés et tronqués (NMI= 26) (Fig. 172). Ceci nous permet de constater une sélection des supports lamino-lamellaires dans la production d'outils tronqués. Ce choix n'est pas constant, ni systématique dans cette industrie. Le nombre de parties proximales dénombré au sein du débitage parmi les lames et lamelles est très élevé. Ces parties proximales ne subissent pas de retouches automatique. Nous observons également que les lamelles tiennent une place moins importante que les lames parmi les produits utilisés et surtout tronqués. Il s'agit sans doute d'une limite liée à leur taille.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

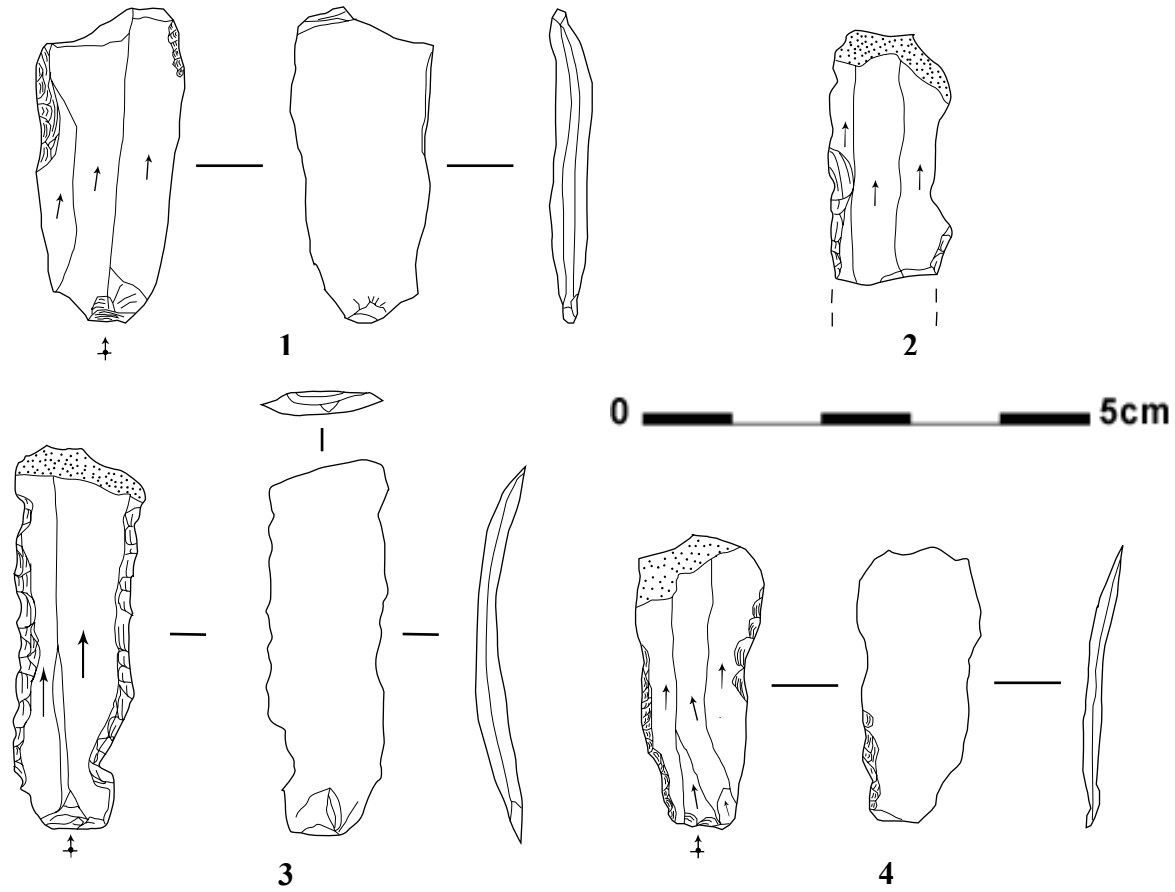


Fig. 170. Ty Nancien. Outillage commun. 1. Lame Montbani/lame retouchée ; 2 à 4. Lame Montbani à partie distale corticale.

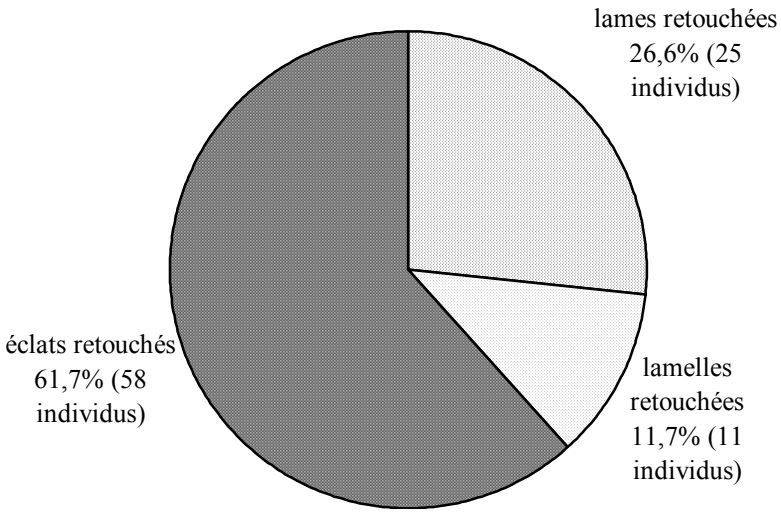


Fig. 171. Pourcentages en nombre minimum d'individus des produits retouchées suivant la nature du support.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

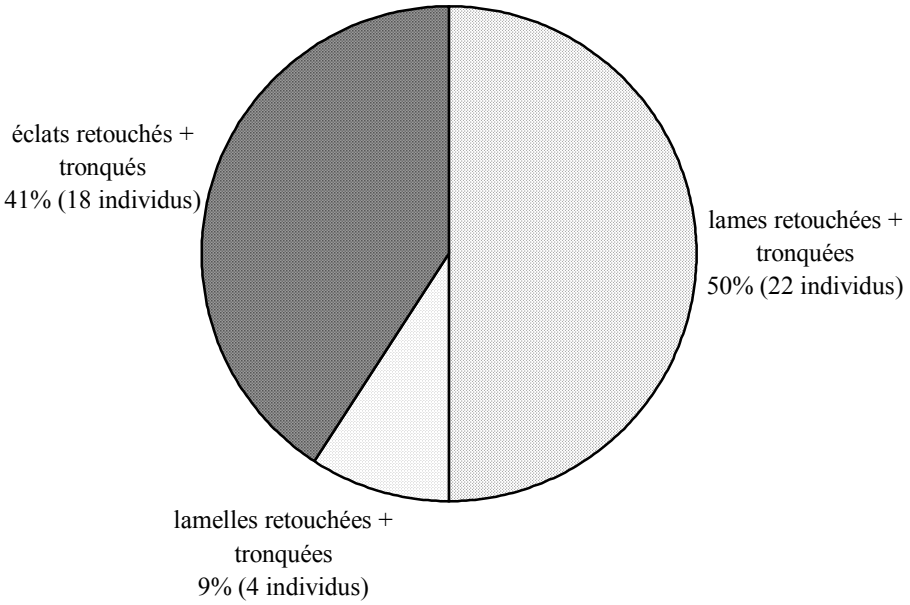


Fig. 172. Pourcentages en nombre minimum d'individus des produits utilisés suivant la nature du support.

1-1-6-10- Conclusion

Le site de Ty-Nancien est un exemple phare des différents comportements et relations établies au sein de la Bretagne durant les derniers stades du Mésolithique final. L'influence du Téviécien auquel il appartient s'exprime assez bien dans la production abondante d'éclats accompagnée d'une production d'une production de produits lamino-lamellaires destinés essentiellement à l'outillage (armatures, produits tronqués et retouchés). Cette production de lames et lamelles est contrainte par l'activité spécialisée du site (chasse), mais exprime aussi une évolution dans la production au vue des proportions (≈ 50% des produits), des rares caractères techniques (procédé du microburin) empruntés au Retzien et au Centre-Ouest (lames Montbani) et/ou de la présence de céramique. Les rares tessons observés sur le site du Ty-Nancien ne permettent pas d'envisager une véritable colonisation par la surimposition de caractères néolithiques dans l'industrie.

Nous envisageons alors un modèle de pré-néolithisation qui se traduit par des changements instaurés par les populations autochtones. En effet l'adoption et l'application non systématique de procédés, de techniques et de produits aux systèmes culturels cités ci-dessus accompagnent :

- une certaine perpétuation d'autres gestes techniques et produits appartenant au Téviécien : taux de trapèzes symétriques élevés, production d'armatures par le procédé de la flexion, entretien du débitage par simple abrasion des corniches, faible taux de percussion bipolaire sur enclume (exception faite de l'amas coquillier de Beg-an-Dorchenn (Plomeur, Finistère). On peut discuter de l'apparition de cette technique de percussion sur ce site si l'on tient compte des datations radiocarbone qui s'étendent jusque vers 4500 ans avant J.-C..

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

- l'établissement de nouvelles techniques de percussion : percussion directe « posée » se traduisant par une surimposition des produits à talon lisse et mince aux produits à talon lisse et large et/ou percussion à la pierre tendre comme en témoigne la présence d'un percuteur de grès fin.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-2- Le Retzien en Loire-Atlantique et Vendée : relecture de quelques ensembles lithiques.

1-2-1- Le site des Emerillères (Beaufou, Vendée)

1-2-1-1- Situation

Le site des Emerillères se situe dans la commune de Beaufou (Vendée), à près de 25 kilomètres au nord-ouest de La Roche-sur-Yon. Il a été découvert en 1975 par P.-I. Ricoulleau, lors de prospections géologiques. La collection étudiée par G. Gouraud et *al.* (1990) et qui dans ce volume fait l'objet d'une relecture analyse et d'une synthèse a été obtenue en une dizaine d'années. La collection étudiée présente un double intérêt : le matériel est abondant et la zone de récolte est limitée dans l'espace (zone de moins de deux hectares).

1-2-1-2- Nature de la collection

Les auteurs notent un mélange d'éléments paléolithiques et néolithiques à ceux du Mésolithique. Cette panoplie rend alors difficile l'analyse que l'on pourrait faire. En effet trois pièces en « phtanite » ont été notées comme appartenant au Paléolithique. Ces éléments paléolithiques en « phtanite » sont très bien connus au sein de plusieurs collections de la région de Poiré-sur-Vie, notamment un biface en phtanite dit « classique » par les auteurs, et à cassure esquilleuse et terne, et une pointe Levallois en « phtanite ». Le Néolithique final est représenté par 21 objets en silex (1 nucléus esquillé débité sur enclume, 15 grattoirs, 1 encoche sur éclat débité sur enclume, 2 armatures sublaines, 1 pointe pédonculée à ailerons et 1 fragment de Poignard en silex du Grand Pressigny).

Notons ici que de nouvelles observations pétrographiques effectuées sur les phtanites de la collection de La Merlière (Poiré-sur-Vie, Vendée) ont permis de lever le doute sur l'attribution de certains matériaux au groupe des phtanites. Il ne s'agit pas en effet de silicifications de type phtanites s.s., mais des silcrètes massives. Nous discutons de cette terminologie et attribution dans la troisième partie de ce volume.

Quelque soit la nature pétrographique de ce matériau, la présence d'éléments paléolithiques et néolithiques sur le site des Emerillières et d'autres sites situés sur la commune de Poiré-sur-Vie et étudiés par les mêmes auteurs (site de la Guitonnière et du Pré-Marché-Gautreau), marquent bien une occupation assez longue des territoires identiques et l'exploitation de matériaux similaires depuis le Paléolithique.

La collection publiée par G. Gouraud et *al.* (1990) compte au total 1479 pièces : 1052 éclats non retouchés, 174 éléments de débitage et 253 outils. Après soustraction des éléments du Paléolithique et du Néolithique final, il reste 1455 pièces attribuables au Mésolithique et réparties sur la Fig. ci-dessous). Un élément clef de l'industrie du site des Emerillères est l'appartenance au Mésolithique de la totalité des éléments en quartzarénite de Montbert. Les roches débités sur le site des Emerillères sont constitués uniquement de quartzarénite de Montbert, de phtanite, de silcrète et de silex.
Au cours de la révision de l'analyse de cette collection, nous insisterons sur la part des matériaux, essentiellement entre les quartzarénites de Montbert importés et les silcrètes locales. Nous attribuons en effet le nom de cherts aux éléments précédemment nommés phtanites et silcrètes en raison de la variabilité pétrographique des silicifications. Ce terme

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

regroupe en effet toutes les silicifications de type phtanites, jaspe et autres silcrètes oxydées non déterminées.

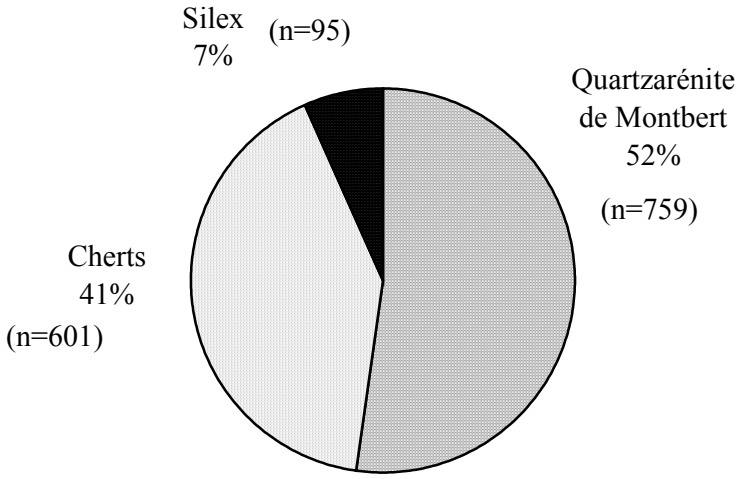


Fig. 173. Proportions en matériaux du site des Emerillères pour le Mésolithique.

1-2-1-3- Le débitage

a- Les phases de test, d'entame et d'entretien du débitage

On ne note aucun élément représentatif des premières phase de débitage. L'étude réalisée par Gouraud révèle une absence d'éclats d'entame, d'éclats corticaux et d'éclats semi-corticaux. Ceci pourrait s'expliquer par la forte exploitation de roches différentes du silex et pour lesquelles la surface externe si elle est considérée comme corticale est de même nature que la surface interne. L'entretien des plans de frappe se font par le détachement de tablettes (6 tablettes). Ces éléments rendent comptent des modalités de débitage orientées vers l'obtention de produits allongés. Six lames à crête observées dans la collection permettent d'envisager un aménagement des cintres ou carênes devant servir à une production lamino-lamellaire.

b- Les produits désirés

Les produits de plein débitage sont dominés par les éclats. Gouraud et al. ont dénombré 1049 éclats non retouchés. A l'inverse toutes les lamelles et lames ont subi un réaménagement. Cette remarque concorde avec l'observation de tablettes nucléus. L'hypothèse selon laquelle elles s'obtiendraient au cours d'un débitage orienté vers une production de produits allongés est très probable.

c- Les nucléus et les modalités de débitage

Les nombreux nucléus prismatiques (12 des 107 nucleus) pourraient confirmer l'hypothèse d'une production orientée vers l'obtention de produits allongés d'autant plus que les auteurs

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

(Gouraud et *al.*, 1990) parlent d'un indice d'allongement des supports assez élevé (exception faite des supports de grattoirs). Ces formes de nucléus peuvent traduire soit une morphologie, soit un caractère d'un débitage unipolaire tournant et ou semi-tournant à plan de frappe unique. Il est difficile au vue des termes employés par les auteurs de situer l'aspect technologique. On peut cependant supposer que la part de la forme est très forte car les auteurs décrivent la présence de 34 nucléus unipolaires (32 % des nucléus). Diverses autres modalités de débitage accompagnent les nucléus unipolaires. Les nucléus décrits comme nucléus à enlèvements croisés (31 individus) peuvent désigner des bipolaires croisés ou des multipolaires. Les nucléus discoïdes (8 individus) peuvent être de forme ou de modalité discoïde s.s. Il reste que tous ces modèles rendent bien compte d'une production d'éclats importante. Ceci concorde assez bien avec le nombre d'éclats non retouchés assez élevé (1052 des 1479 pièces récoltées toutes périodes confondues). L'absence de définition des modalités par matière première est une limite majeure de l'analyse de cette industrie.

Une analyse des pourcentages par matières premières par site Mésolithique final répertorié dans la région permettrait en comparaison au proportions relatives des diverses modalités de proposer un modèle lié au matériau rocheux exploité (cf. 6ème partie).

1-2-1-4- L'outillage

Après soustraction de la part du Paléolithique et du Néolithique attestés, la collection contient 231 outils (soit 16 % de la collection). La distinction des outils par type de matière première n'a pas été effectuée dans l'étude de Gouraud et *al*.. L'outillage comprend essentiellement des lames et lamelles retouchées, éclats retouchés, lames et lamelles à encoche, grattoirs et éclats tronqués (Fig. 174). L'ensemble des produits retouchés représentent alors près de 51 % (118 pièces) de l'outillage, soit près de 5 % de la collection. Le nombre de grattoirs semble élevé (10 % des outils) pour le Mésolithique Retzien.

1-2-1-5- Les armatures

Le site des Emerillères contient peu d'armatures. On dénombre 1 triangle isocèle, 3 trapèze asymétrique, 1 segment atypique et 1 armature à éperon (caractéristique du Mésolithique récent/final Retzien). La présence de 25 microburins (2 % de la collection) infirme l'idée d'une fabrication hors du site des armatures. Les armatures ont simplement été utilisées hors du site. Cette hypothèse semble la plus vraisemblable car la seule armature à éperon (en silex) observée est cassée à la suite d'un choc à la pointe.

La proportion d'armatures du Retzien est très faible sur le site des Emerillères. Ce constat est peut-être fréquent au sein du Téviécien, mais nous pousse à penser que le site des Emerillières serait plus une station de traitement de produits de prédation. La proportion d'éclats retouchés, de lamelles et lames retouchées de grattoirs (qui ont été précédemment analysés comme anormal) tend à soutenir cette hypothèse. Notons cependant que ce taux de grattoirs (10 %) n'est pas très éloigné de celui des grattoirs de la Gilardière (8 %).
Peut-on supposer d'une utilisation particulière du silex pour la confection des armatures ? Qu'en est-il des sites de la Guitonnière et de Pé-Marché-Gautreau ?La quantité d'éléments néolithiques augmente-t-elle avec la proportion de silex au sein des ensembles ?

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-2-1-6- Le procédé de fracturation

Le procédé du microburin est appliqué pour la fracturation des supports d'armatures. En plus des 25 microburins, le nombre de lames et lamelles à encoche (26 pièces) montre le lien avec l'ensemble des industries du Retzien.

1-2-1-7- Conclusion

En l'absence de vérifications des proportions en matériaux en fonction des produits et des techniques de percussion, il est difficile de se prononcer sur l'impact de la matière première de la production du site des Emerillères. La présence d'une armature à éperon, de microburins et de lamelles à encoches sont la preuve d'une appartenance au Retzien, ainsi que l'entretien des plans de frappe par tablettes. La présence de nombreuses burins que G. Gouraud et *al.* (1990) nomment lamelles de coup de burin, de nombreux grattoirs, d'armatures sublaines, une flèche à pédoncule et ailerons et un fragment de poignard portent le doute quant à une véritable interprétation de la part du Mésolithique final de cette industrie. Néanmoins la part du laminaire reste importante et les fortes proportions d'éclats et la surimposition des matériaux locaux (cherts 41 %) par rapport au silex (7 %) montrent bien une économie tournée à la fois vers le littoral comme vers l'intérieur des terres.

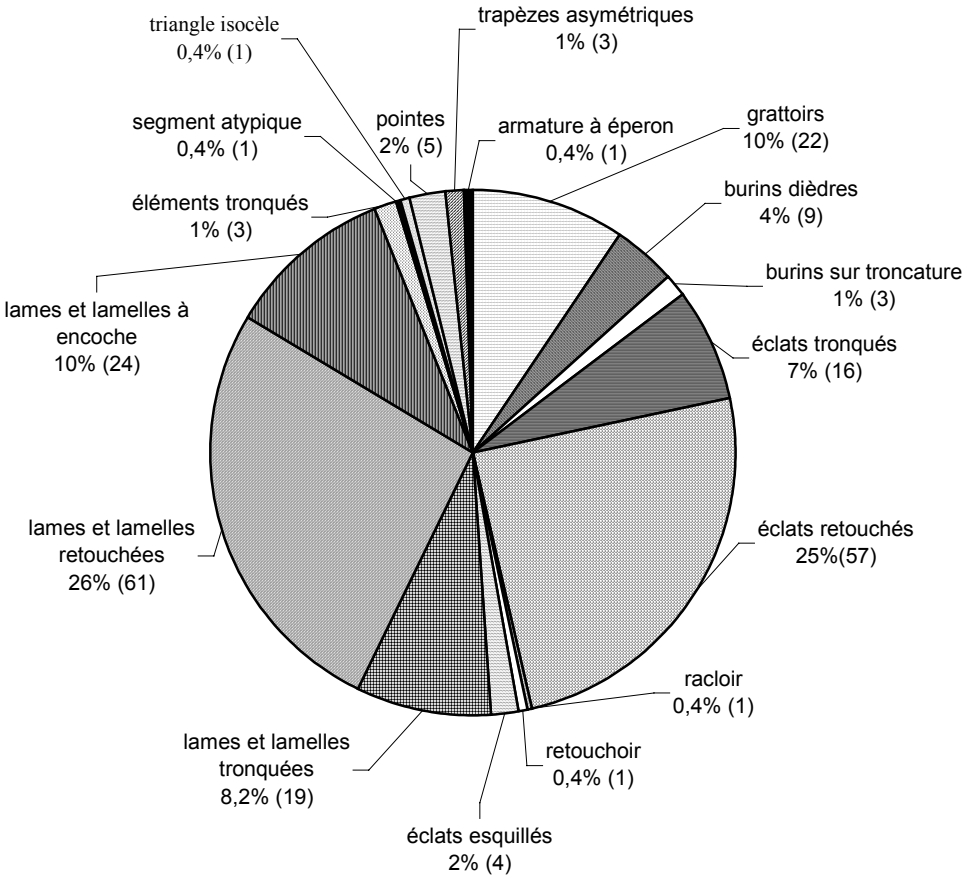


Fig. 174. Répartition des outils des Emerillères (outillage du Mésolithique final *s.s.*)

A quelle phase du Retzien le site des Emerillères peut-il appartenir ? Si les phases de l'évolution du Retzien ont été bien définies par G. Marchand (1999), l'insertion de l'industrie des Emerillères datant du Mésolithique final reste difficile. Le choix de la phase

d'appartenance est chancelant entre la phase C et la phase D du fait de la présence au sein de ces deux phases d'armatures à éperon et du Châtelet. L'absence de trapèze symétrique de la collection étudiée pourrait laisser penser que l'on se situe dans la phase C, le nombre de pointes (5 sur 11 armatures) que G. Marchand qualifie de composante archaïque est supérieur à la limite de 25 % estimée pour appartenir à la phase C du Retzien. Tout ceci tend à confirmer une position dans la phase C, sous réserve de la densité et de la qualité des vestiges analysés.

En continuant dans cette logique d'analyse nous allons soutenir plus loin (6ème partie) l'hypothèse d'une diminution de la quantité du silex au cours de la néolithisation dans le bocage vendéen. La quantité de cherts ou phtanites aux Emerillères est non seulement justifiée par sa proximité aux affleurements mais aussi par son appartenance à la phase moyenne du Retzien.

1-2-2- Le site de la Gilardière (Pornic, Loire-Atlantique)

1-2-2-1- Situation et description du site

Le site de La Gilardière est localisé dans la commune de Pornic (Loire-Atlantique). Ce site fait partie des découvertes faites par M. Tessier entre la Pointe Saint-Gildas et Pornic. Cette collection de surface a été déjà publiée par M. Tessier (Collectif, 1984) sous le nom de la Girardière II-A et étudiée par J.-G. Rozoy (1978b) et G. Marchand (1999). La falaise de micaschistes au sommet de laquelle se trouve le site a une hauteur d'une dizaine de mètres et abrupte. La superficie approximative du site peut atteindre 600 m^2, le prolongement septentrional restant peu précis. Un sondage localisé à 6 mètres à l'Est de la fouille de 1995 a montré une diminution du nombre de pièces d'Ouest en Est, passant alors de 118 par m^2 dans la partie Est de la Fouille (bande 4 et 5) à 19 dans le sondage. Les observations de M. Tessier en contrebas du site, dans la partie érodée, montrent une stratigraphie plus simple que celle de la fouille de 1995. On ne peut alors ne pas envisager une probable érosion.

1-2-2-2- Stratigraphie du site

La pente a été évaluée à 10 % (abaissement de 0,1 mètre pour 1 mètre). L'industrie lithique se trouve dans un niveau de terre noire posé directement sur le substrat rocheux (micaschistes). L'ensemble est surmonté par un sol récent (Fig. 175).
L'industrie lithique se trouve dans les niveaux 3 et 4. Si à Beg-er-Vil on dénote une absence d'analyse anthracologique ou palynologique, à La Gilardière, les analyses polliniques réalisées par J. Bernard et L. Visset ont révélé un milieu ouvert (moins de 5% de pollens d'arbres) avec une végétation herbacée dominante. Les pollens de céréales, de plantain, de sarrasin, de châtaignier et de noyer seraient la preuve d'une anthropisation. La terre charbonneuse du niveau 3A a fourni par datation radiocarbone une date de 6520 ± 120 B.P. (Tucson 8436), soit 5557-5461 avant J.-C. Cette date n'indique pas réellement la période d'occupation du site car elle est obtenue au sommet du vieux sol. La présence de ces pollens suppose une arrivée précoce d'une économie néolithique sur la côte atlantique. Cependant la perméabilité des sols côtiers pourraient expliquer la présence des pollens de châtaignier, sarrasin et noyer.

A la base du niveau 3B, des plaquettes de micaschistes rougies par le feu apparaissent au sein de plaquettes naturellement désagrégées. Elles dessinent une concentration qui suit le

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

pendage naturel du rocher. Cette concentration est composée de pierres de grand calibre et présente des limites nettes qui malgré la présence de certaines plaquettes verticales (témoins d'un remaniement) montrent qu'il s'agit d'une structure importante et organisée.

1-2-2-3- Nature de la collection

L'étude du matériel lithique a été réalisée par G. Marchand (1999). La Collection comprend des éléments du sondage et de la fouille principale, soit un total de 3699 pièces (3578 pièces en places et 121 pièces récoltées en bordure de fouille et au cours du ravivage des coupes). Les collections de M. Tessier (438 pèces) et des ramassages de surfaces de 1995 (645 pièces) sont détaillées au cours dans la thèse de G. Marchand (1999).
G. Marchand note au cours de cette étude une répartition homogène des armatures, des lamelles et lames au sein de la zone fouillée. Seuls les éclats retouchés et les outils façonnés (grattoirs, denticulés, racloirs, choppers) dessinent des concentrations respectivement au sein de la zone de pierres brûlées et à l'Est de la cuvette naturelle.Deux tessons de céramique (10 mm de diamètres) ont été découverts dans le niveau 3. La céramique est fine et noire, avec un dégraissant visible à l'œil nu. L'association de ces tessons avec des restes osseux récents pose un problème malgré les bonnes conditions de préservation des vestiges archéologiques.
Le débitage est essentiellement effectué sur des galets de silex de couleur jaune translucide (Fig. 176). G. Marchand leur attribue une origine allochtone. D'après nos observations et celles de G. Marchand, Les silex qui gisent au sein des grèves situées en contrebas du site sont en majorité de couleur blond clair ou brun clair et ont des dimensions de 5 cm de long sur 3 cm de large. Les lambeaux de terrasses fluviales moyennes qui bordent la Loire. Leur origine première est le Loir (Ters et *al*., 1978a). On ne les retrouve pas à l'embouchure de la Loire (25 km en moyenne au Nord-Est) à cause de la forte érosion au cours des périodes périglaciaires.

Les silex des Moutiers en Retz viennent en seconde position avec 20 % de la collection de la fouille de 1995. Ils sont situés à 16 km en moyenne au sud-est de la Pointe Saint-Gildas. Ce sont des blocs volumineux (parfois plus de 15 cm) et nécessitent une mise en forme importante (arrachement par percussion dure de grands éclats corticaux ou semi-corticaux utilisés pour le gros outillage).

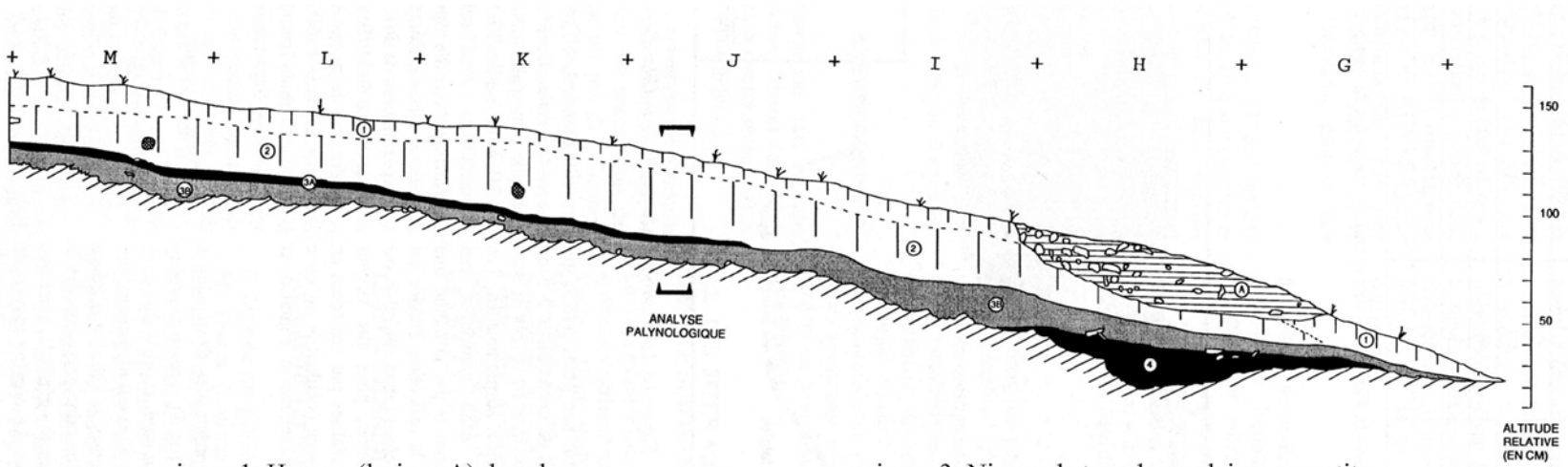
Le quartzarénite de Montbert localisé à une soixantaine de kilomètres au sud-est est transporté sur le site sous forme de support laminaire bruts pour l'essentiel (Marchand, 1999).

G. Marchand constante une dominance du silex fluviatiles au sein des armatures microlithiques. Cette suprématie se reflète également au sein des lames et lamelles (32,05 % en galets et 25 % de silex des Moutiers). Il note aussi une absence de nucléus lamellaire en silex des Moutiers (la collection ne renferme qu'un seul individu). La qualité du silex semble être le paramètre premier du choix de la matière première. Le silex fluviatile a une granulométrie plus fine et homogène que celui des Moutiers.

La granulométrie des quartzarénites de Montbert peut sembler très fine à l'œil nu, mais les observations microscopiques montrent une taille de grain plus grande que celle des silex. Son homogénéité est identique à celle silex des Moutiers-en-Retz (*cf.* 5ème partie). Ils sont cependant plus durs et tenaces que les silex des Moutiers-en-Retz. G. Marchand note également que la chaîne opératoire lamellaire s'applique aux trois roches suivant des modalités des méthodes et des procédés techniques identiques, ainsi que dans les types d'outils fabriqués.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010



niveau 1: Humus (lorizon A) du sol

niveau 2: Niveau de terre brun-clair,
légèrement sableux (horizon B du sol actuel);
plus foné en partie inférieure.
Nombreux fragments de micaschistes non brûlés

niveau 3: Niveau de terre brun-clair, avec petits
fragments de micaschistes et peits galets de quartz

niveau 4: Niveau noir à texture "organique"
remplissant entièrement la cuvette naturelle.

Fig. 175. Stratigraphie du site de la Gilardière (d'après Marchand, 1999)

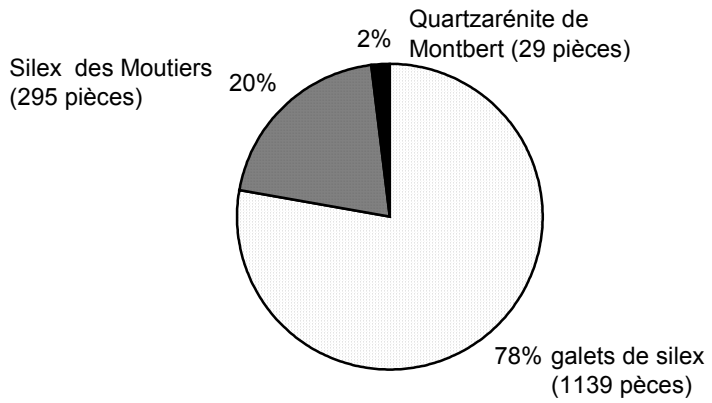


Fig. 176. Proportions en roches de la collection de la Gilardière

Comment expliquer la surimposition des galets fluviatiles au sein des armatures et supports d'armatures ? Sans doute en raison de leur isotropie plus forte, de la quantité de matière disponible et de la ténacité plus élevées. Un choix esthétique est peut-être envisageable mais nous semble peu probable.

1-2-2-4- Etude lithique

a- Le débitage brut

a-1- La production lamellaire

La production de lames est minoritaire et sera introduite dans la séquence lamellaire. Ces séquences laminaires se situent tout simplement en amont du débitage. Les lamelles qui leur succèdent sont la conséquence d'une diminution des volumes des nucléus.
Les lames et lamelles à pan cortical peuvent être inscrits dans le débitage d'éclats qui représenteraient alors les premières phases du débitage laminaire et lamellaire. Plus de 40 % de ces lamelles et lames à pan cortical ont des nervures rectilignes identiques à celles des produits du plein débitage.
Les lames et lamelles de plein débitage sont larges et minces avec des nervures régulières et parallèles et semblent peu arqués. Elles ont une taille très variable, preuve d'une absence de standardisation de la production et des faibles potentialités des galets. Les talons sont en majeure partie facettés. Le taux de facettage semble augmenter avec la diminution des dimensions des produits (28,9 % pour les lames ; 49,6 % pour les lamelles et 56,8 % sur les produits de largeur inférieure à 10 millimètres). Ce facettage s'observera plus bas sur les nucléus. Les autres talons sont principalement, lisses minces et punctiformes avec une abrasion des corniches discrète. L'idée du tailleur est l'isolement d'un point d'impact.
La quantification de la production ne peut être qu'approximative puisque l'on ne traite qu'une partie du site originel. Le débitage laminaire et lamellaire représente 47,9 % des enlèvements (%NMI égale à 39,3 % du débitage brut). Cette sur-représentation des lames et lamelles se traduit essentiellement dans l'outillage.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les lames et lamelles sont pour un tiers à 2 pans. Si les supports de type 2-1-2' ne représentent que 27,3 % de l'ensemble des supports bruts, ils constituent près de 50 % des armatures et la moitié des microburins. Cette prédominance s'explique par la recherche des lamelles les plus régulières et les plus larges (Marchand, 1999 ; Gassin, 1996).

a-2- La production d'éclats

La position des éclats au sein de(s) chaîne(s) opératoire(s) de la Gilardière est difficile à situer. L'existence d'une chaîne propre à la production d'éclats est envisageable (présence d'un nucléus à éclats proprement dit). En plus de cette chaîne à éclats, les éclats peuvent s'intégrer dans la production lamellaire à plusieurs niveaux : à la mise en forme des blocs, à l'entretien des tables laminaires et lamellaires (enlèvements de tablettes rares dans les industries du Retzien ; Marchand, 1999), à la mise enforme des plans de frappe par arrachement de petits éclats minces et courts.

b- Les nucléus

G. Marchand a dénombré au total 20 nucléus lamellaires parallélépipédiques. Les nucléus à éclats sont au nombre de 24. le débitage s'effectue en général à partir d'un plan de frappe unique. Un seul nucléus bipolaire peu caractéristique a été observé. Parmi les nucléus lamellaires, on compte 12 unipolaires, 7 bipolaires et 1 multipolaire. Le second plan de frappe intervient à la fois pour le contrôle de la carène et le détachement de lamelles . G. Marchand observe également que les phases de débitage se succèdent à intervalles de temps longs sur la même table.

Les nucléus à éclats sont moins standardisés malgré la supériorité des nucléus unipolaires (10 individus) (Fig. 177).

c- L'outillage

L'outillage constitue 11,4 % de l'ensemble de l'industrie récoltée lors de la fouille (exclusion faite des esquilles). La supériorité de la production lamellaire au sein du débitage brut se traduit dans l'outillage par la domination des armatures qui représente 49,3 % des outils. Le taux d'éclats utilisés n'est que de 16,3 % de l'outillage alors qu'il est de 40,8 % sur le site de Beg-er-Vil.

c-1- L'outillage commun

L'outillage commun (Fig. 178 et Tabl. 59) est fortement contraint par la collection récoltée au cours de la fouille de 1995. Seules les lames et lamelles tronquées sont sur-représentées au sein de la collection de Tessier. Si les éclats utilisés ne représentent que 16,3 % de l'outillage, ils constituent 34 % de l'outillage commun. La différence entre Beg-er-Vil et la Gilardière est peut-être à imputer à la qualité des matières premières exploitées. Sur le littoral morbihannais, la qualité du silex côtier et les dimensions des galets favorise le débitage de lames et lamelles.
Les grattoirs sont obtenus à part égale sur éclat épais que sur éclat mince. Les troncatures sont pour la plupart obliques quelque soit le support.
Le chopper bifacial est obtenu dans un galet de silex de qualité médiocre inapte au débitage. On en rencontre également à Téviec, Hoëdic en Bretagne et plus près de la Gilardière, sur les sites du Porteau-Ouest et de Biochon-Est. Ces outils qui rentrent plus dans le macro-outillage ont été interprétés par J. Roussot-Larroque et A. Thevenin (1984) comme des haches.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

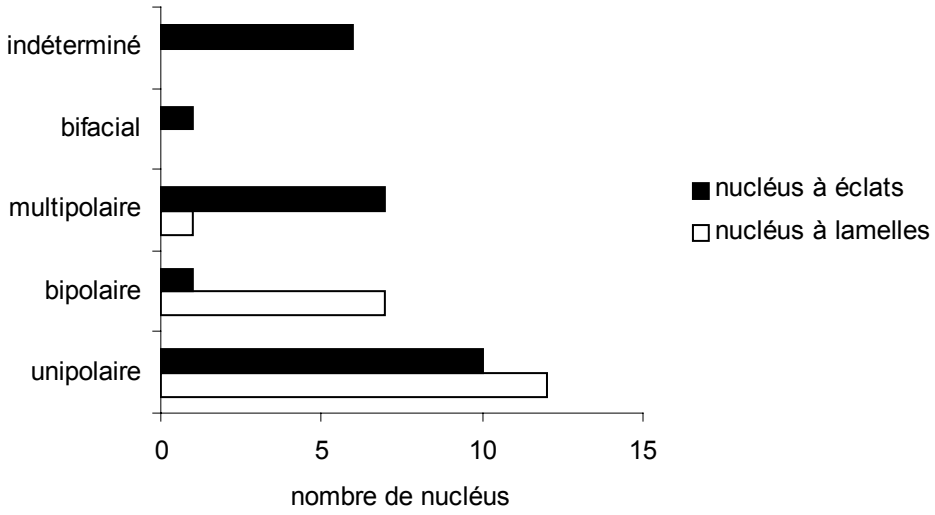


Fig. 177. Modalités de débitage par catégories de produits

Tabl. 59. Répartition des catégories d'outils du site de la Gilardière (nombre minimum d'individus), hors armatures en fonction des collections.

outillage commun	NMI total	NMI fouille 1995	NMI surface 1995	NMI collection Tessier
grattoir	6	2	0	4
lame et lamelle tronquée	9	1	0	8
éclat tronqué	2	2	0	0
denticulé	8	6	0	2
éclat à coche	2	1	0	1
lame et lamelle à coche	1	0	0	1
racloir	2	1	1	0
lame et lamelle utilisée	17	11	2	4
éclat utilisé	27	21	1	5
percuteur	1	1	0	0
chopper bifacial	1	1	0	0
pièce esquillée	2	2	0	0

c-2- Les armatures

Les lamelles régulières servent essentiellement à la fabrication des microlithes. Les trapèzes sont systématiquement obtenus sur des lamelles de plein débitage. Les armatures évoluées (armature du Châtelet et à éperon) sont parfois obtenus sur des supports autres que les lamelles de plein débitage : éclats minces, lamelles irrégulières dépourvues de cortex. La confection des armatures se fait par le procédé du microburin.

Les armatures sont dominées par les trapèzes asymétriques (Fig. 179) à troncatures concaves et à retouches abruptes (plus rarement abruptes croisées). Le rapport moyen de longueur/largeur des trapèzes asymétriques est de 1,80. Cette moyenne est de 1,5 dans l'industrie du Ty Nancien qui contient aussi une production lamellaire importante. La latérisation des trapèzes asymétriques est dans sa globalité à gauche comme dans le tous les ensembles du Mésolithique dans l'Ouest.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

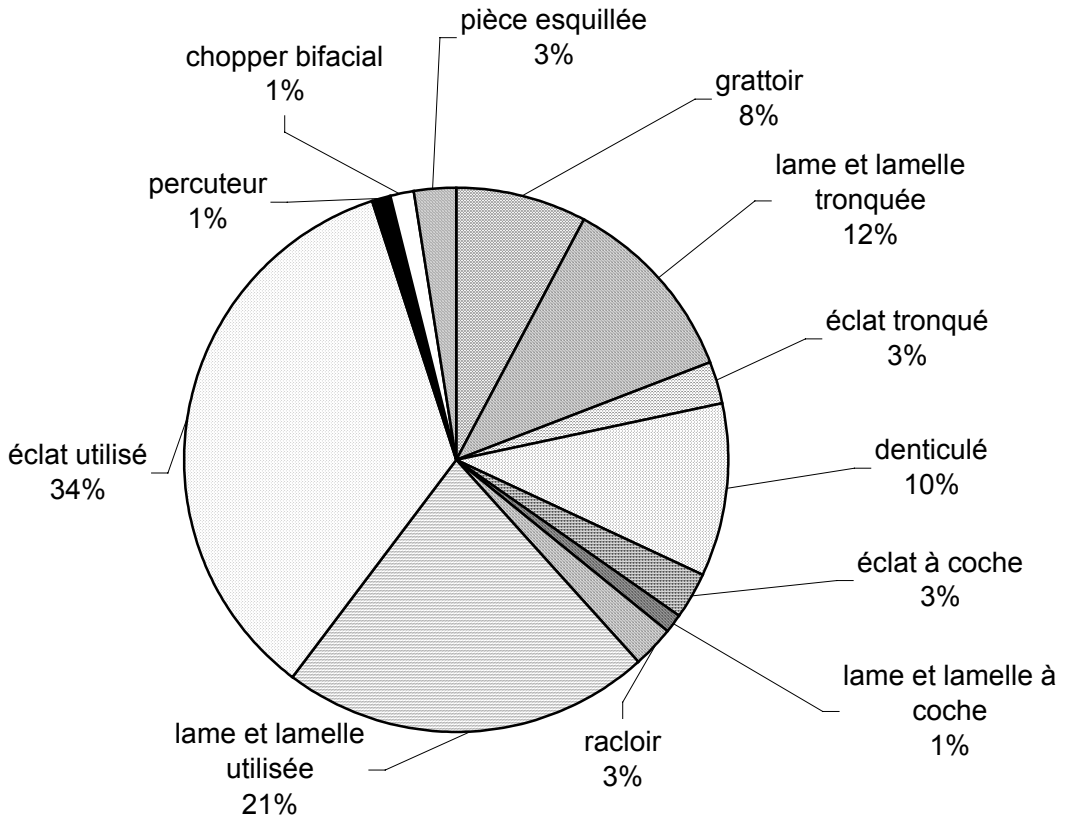


Fig. 178. pourcentage des différents outils communs de la Gilardière calculé par rapport au nombre minimum d'individus total.

Tabl. 60. Rapports morphologiques des trapèzes asymétriques et symétriques des sites retziens entre Pornic et la Pointe Saint-Gildas (d'après les dessins de M. Tessier et G. Marchand).

Phases	Sites	GB/PB sym	GB/PB asy	L/l sym	L/l asym
Retzien C	Porteau-Ouest	3,05	3,03	3,05	1,62
	Biochon-Est	3,01	2,7	1,54	1,69
Retzien D	Gilardière	3,4	3,3	1,58	1,84
	Girardière-IIB	2,5	3,8	1,37	1,79
	Porteau-Est II	2,3	2,5	1,92	2,5

Au Ty Nancien le rapport grande base/petite base (GB/PB) est de 2,92 pour les trapèzes asymétriques et 2,2 pour les trapèzes symétrique. Ce rapport est plus élevé à la Gilardière (3,3 pour les trapèzes asymétriques et 3,4 pour les trapèzes symétriques). Ces valeurs ont été obtenues par mesure des armatures à partir des dessins de G. Marchand (1999). Nous avons différencié les trapèzes symétriques à retouches inverses rasantes des trapèzes symétriques s.s. Le rapport GB/PB est en effet abaissé pour les premiers en raison de cet aménagement qui réduit un peu plus les bases (GB/PB égale à 2,3).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

En tenant compte de la chronologie proposée par G. Marchand pour le Retzien (Marchand, 1999), nous avons essayé de qualifier une possible variation des paramètres morphologiques des trapèzes symétriques et surtout asymétriques. Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous (Tabl. 60).

Les rapports entre les côtés ou bases des armatures est très confus. Les rapports L/l des trapèzes symétriques sont discutables puisque la classification sur la quelle se base notre analyse suppose une présence suprême des trapèzes asymétriques au sein des ensembles lithiques. Ceci suppose que l'investissement pour une hypothétique standardisation des trapèzes symétriques s'amoindrirait avec le temps. Les valeurs de L/l obtenues sur les trapèzes asymétriques montrent une augmentation de ce rapport en direction des phases tardives du Retzien. Est-ce une coïncidence ou variable significative des ensembles du Pays de Retz ? Il est difficile de répondre par une affirmative à cette question. Les limites imposées par la densité des ensembles analysés et la position rapprochée des sites. Cependant, en observant les valeurs obtenues pour ce rapport au sein des industries du Téviécien, une variabilité géographique apparaît.
Les armatures à éperon, les triangles scalènes ont une latéralisation très variable (majoritairement latéralisés à droite dans la fouille de 1995 ; dans la collection de M. Tessier, les triangles scalènes sont latéralisés à gauche et les armatures à éperons à valeur égale à gauche et droite). La présence de triangle de Montclus (Mésolithique moyen) n'est pas inconcevable et l'utilisation de support non-lamellaire plaide plus pour une appartenance au Mésolithique final que pur une contamination (Marchand, 1999).

d- Les techniques de percussion

L'usage de la percussion indirecte est probable pour la production lamellaire, voire pour l'entretien du volume. La production d'éclats se fait cependant majoritairement au percuteur dur.
L'absence de percussion bipolaire sur enclume est-elle due à la réalisation des phases de test sur les lieux d'approvisionnement ? L'utilisation de cette technique est peu fréquente au Mésolithique final dans l'Ouest de La France (Guyodo et Marchand, 2005).

1-2-2-5- Conclusion

Le site de la Gilardière peut être assimilée à un campement dédiée aux activités de prédation. La présence d'une zone parsemées de pierres chauffées soutient cette hypothèse. Existe-il ailleurs le long du littoral proche des ensembles de sites synchrones ou complémentaires à celui de la Gilardière ?
Les techniques de débitage sont différentes en fonction des produits. L'unipolarité du débitage reste de règle et s'applique à tous les matériaux. L'acquisition de la matière première est assez bien réglée et diminue en fonction de l'éloignement des affleurements par rapport au site. La composition en outils varie en fonction de l'isotropie et de la rectitude des supports. Les outils sur supports épais (essentiellement des éclats) sont fabriqués plus dans le silex de Moutiers-en-Retz que dans les galets de silex de la Loire. L'aménagement des plans de frappe se fait plus par détachement de tablettes étroites suivant une méthode frontale. Le bord du plan de frappe porte un micro-facettage qui se traduit par le fort taux de talons facettés au sein des produits. Les lames et lamelles sont obtenues par percussion indirecte et les éclats par percussion dure.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

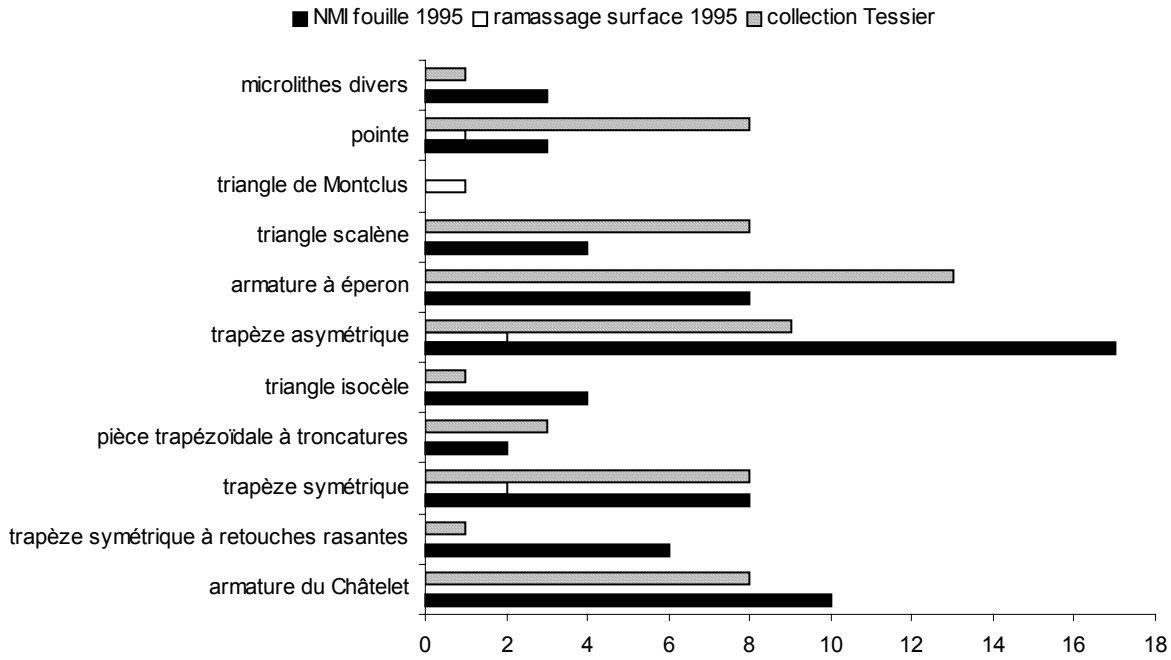


Fig. 179. Répartition des types d'armatures de la Gilardière en fonction des collections.

Le calcul du rapport longueur/largeur des trapèzes asymétriques donne une valeur moyenne de 1,8. Cette valeur est supérieure à celle du site du Ty Nancien (1,5) que nous considérons dans ce volume comme appartenant à une phase tardive du Téviécien. Ce constat contribuerait à faire croître les proportions des armatures du système Téviécien au système Retzien et peut-être au sein du Retzien avec le temps. Cette augmentation des proportions des armatures est sans doute liée à la qualité des matériaux utilisés, mais devient culturel lorsqu'il est répétitif. C'est peut-être la raison pour laquelle les variables obtenues sur les trapèzes asymétriques du Ty Nancien ne sont pas supérieures à celles des autres sites du Téviécien.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2- Le Néolithique ancien dans l'Ouest de la France

2-1- Le site de Bellevue (Neulliac, Morbihan)

2-1-1- Situation du site et présentation de la collection.

Le site de Bellevue est situé dans sur des terrains sédimentaires briovériens. Installé sur un promontoire dominant la vallée du Blavet, le site de Bellevue a été découvert par G. Tournay en 2003. Une lecture de la collection constituée de 246 pièces a été réalisée en 2006 (Marchand et *al*., 2006). Le décompte réalisé pour nos travaux afin d'affiner la connaissance des matériaux a livré 245 pièces. Sans doute une pièce s'est égarée. Cet incident l'altère en rien l'information que l'on pourrait tirer de cette relecture.
Le silex règne en maître absolu au sein de cette collection avec 91,4 % du total des pièces récoltées (Fig. 180 et Tabl. 61). Les silex importés sont en proportion égale avec les silex côtiers. Cependant la diversité des silex importés est très forte. Si la couleur permet de recenser près de 6 variétés, d'origine inconnue, on note aussi la présence du silex du Cinglais brun clair ou foncé et parfois opaque. En plus de ces silex importés des marges orientales du Massif armoricain (à plus de 220 km), on note une exploitation de jaspe (sa provenance est probablement de la région de Saint-Nazaire en Loire-Atlantique, à plus de 100 km au Sud-Est), de microquarzite de la Forest-Landerneau (Landerneau, Finistère à 100 km au Nord-Ouest), d'opale résinite et d'opale (origine région de d'Angers ?). Les roches que l'on pourrait qualifier d'autochtone sont le phtanite (40 km au Nord-Ouest dans la région de Callac, Côtes-d'Armor), le grès eocène, la calcédoine. Nous rentrerons dans le détail de l'analyse du devenir de ces roches plus en aval.

Tabl. 61. Proportions en roches et pièces da l'ensemble lithique de Bellevue.

Décompte	Silex	Jaspe	Phtanite	Microquarzite FL	Calcédoine	Opale	Opale résinite	Grès eocène	Total
Nombre de pièces	224	9	3	2	2	2	1	2	**245**
Pourcentage	91,4	3,7	1,2	0,82	0,82	0,82	0,42	0,82	**100**

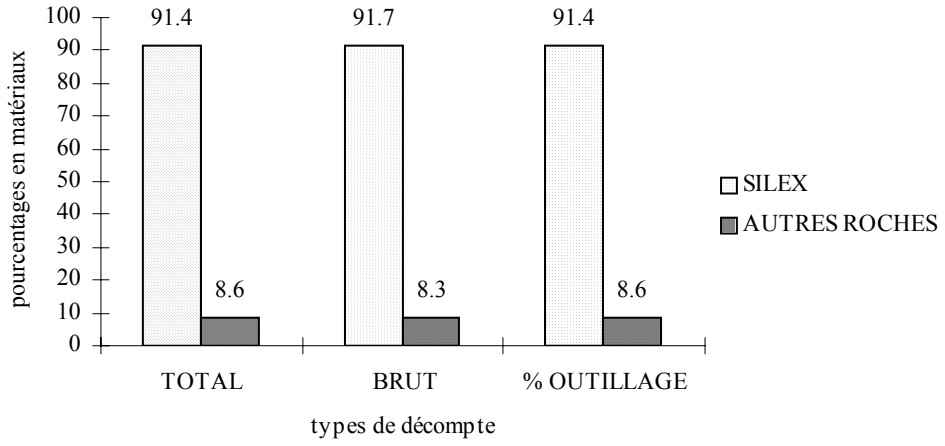


Fig. 180. Proportion du silex au sein de l'industrie de Bellevue en comparaison aux autres matériaux.

La présence de toutes ces variétés de matériaux montre une structuration des réseaux d'acquisition complexe qui ressemble assez bien à ceux du site V.S.G. du Haut-Mée (Saint-Etienne-en-Coglès, Ile-et-Vilaine) (Cassen et *al*., 1998) à la seule différence que la panoplie de silex normands y est plus importante par rapport au silex côtier.

2-1-2- Le débitage

Comme nous l'avons remarqué plus haut, le silex surplante toutes les autres roches sédimentaires ou métasédimentaires. Un bref aperçu de l'ensemble du débitage brut montre que les rares éléments en roches autres que les silex sont des éclats. Les silex brûlés, au nombre de 23 pièces sont issus d'une chauffe postérieure au débitage.

2-1-2-1- Le plein débitage

a- Le débitage d'éclats et de lamelles

Le plein débitage est marqué par la quasi absence de nucléus en silex d'importation (deux pièces dont une chauffée accidentellement). Tous les nucléus proviennent du silex côtier (Tabl. 62). On note également de rares nucléus en jaspe (2 individus). Sur petits galets, ces nucléus en silex côtier montrent un débitage unipolaire parfois semi-tournant à lamelles, unipolaire unifacial à lamelles, bipolaire bifacial ou multipolaire à éclats dans leur phase terminale.

Tabl. 62. Répartition du débitage brut par type de roche sur le site V.S.G. de Bellevue

Brut	Silex	Phtanite	Grès éocène	Microquarzite FL	Calcédoine	Jaspe	Total
Galet fendu	1	0	0	0	0	0	**1**
Lame débordante	1	0	0	0	0	0	**1**
Eclat débordant	2	0	0	0	0	0	**2**
Eclat	35	1	0	1	1	1	**39**
Fragment éclat	10	0	0	0	0	0	**10**
Lame	9	0	0	0	0	0	**9**
Fragment lame	6	0	0	0	0	0	**6**
Nucléus	11	0	1	0	0	2	**14**
Lamelle	4	0	0	0	0	1	**5**
Fragment lamelle	4	0	0	0	0	0	**4**
Microburin	1	0	0	0	0	0	**1**
Eclat cortical	2	0	0	0	0	0	**2**
Casson	0	1	0	0	0	0	**1**
Casson thermique	2	0	0	0	0	0	**2**
Total	**88**	**2**	**1**	**1**	**1**	**4**	**97**

L'absence de nucléus en silex importé est peut-être à lier à une importance de produits finis sur le site, principalement dans des faciès fins et homogènes tel le silex du Cinglais. Si certains silex secondaires sont présents sous forme de nucléus lamellaire unipolaire tournant (deux nucléus dont un porte les restes d'un cortex roulé), leur table de frappe est aménagée par des petits éclats centripètes. A l'opposé, les nucléus côtiers ne présentent aucune préparation du plan de frappe, tout comme les nucléus en roches locales (exemple d'un

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

nucléus unipolaire tournant à lamelles et éclats en grès éocène). Les éclats corticaux et la plupart des éclats sont obtenus dans le silex côtier. Ils sont obtenus par percussion dure. Le galet fendu en silex côtier est détaché par percussion bipolaire sur enclume et les forme de certains grattoirs comme nous le verrons plus bas les lierait à la production de ces outils.

Cassen et *al.*, (1998) avaient noté au Haut-Mée (Saint-Eienne-en-Coglès, Ile-et-Vilaine), un débitage d'éclats au sein des silex côtiers et des roches autochtones tel le grès éocène. Ce constant est en accord avec les observations effectués au sein de la collection de Bellevue. Comme à Bellevue, le débitage d'éclats se fait par percussion dure. Une production d'éclats dans une chaîne opératoire différente et destinée strictement à cette production est à envisager devant servir de support de certains outils. C'est peut-être le cas des grattoirs comme nous le verrons plus en aval, avec une différence dans le procédé technique de percussion employé (percussion bipolaire sur enclume).
Les indices du lamellaire sont fortement représentés à Bellevue et les éclats sont fortement liés à cette production lamellaire. Ces éclats sont le produit de préparation des galets côtiers, et d'entretien du débitage (galets côtiers et silex importés, sauf silex du Cinglais). Notons au passage que l'aménagement des tables se fait par micro-arrachements d'éclats.
Le débitage sur place du lamellaire étant presque absent au Haut-Mée, plusieurs interrogations surviennent : S'agit-il d'une différence d'âge entre les deux sites ? Les populations néolithiques à l'intérieur de la Bretagne ont-elles fait beaucoup plus de sacrifices de leur culture technique que celles de la marge orientale du Massif armoricain ? On a peut-être là un caractère lié à la population, sa proximité avec les populations V.S.G. de Normandie et du Bassin parisien.

b- Le débitage laminaire

Nous avons noté plus haut une absence de nucléus du plein débitage laminaire. Les lames qui en découlent sont grandes mais de dimensions variables : ce qui traduit une absence de standardisation des produits. Les lames sont particulièrement régulières, à trois pans et à nervures rectilignes. Le talon peut être lisse mince, large, facetté ou en éperon. Les corniches présentent une abrasion régulière et soignée, contrairement au débitage lamellaire qui s'effectue dans le silex côtier où l'abrasion des corniches est ubiquiste et peu soignée. Les procédés techniques de débitage ont été évalués par rapport aux études de Pélegrin (1991, 2000). Ce sont la percussion indirecte et la percussion directe tendre. Des soupçons de percussion à la pierre tendre existent sans que l'on puisse réellement les différencier de la percussion directe tendre. Un éclat à crête partielle sur un pan dans sa partie proximale (sur silex importé blond clair) montre que le débitage d'une partie des lames se produits sur place. La séquence technologique de production des lames à Bellevue est 2-1-2'.
Les rares lames obtenues dans du silex côtier ont des dimensions inférieures à celles des silex importés. Elles ont en général à 2 pans et sont peu régulières.

En résumé, les productions laminaires et à éclats s'opèrent sur des matériaux différents. Les silex importés des marges orientales du Massif armoricain sont voués à une production laminaire et lamellaire tandis que les silex côtiers sont destinés à une production de lamelles et d'éclats (et rarement du laminaire). La présence de cette production lamellaire est rarement observée dans le contexte culturel V.S.G.
Les produits sur silex orientaux sont obtenus par percussion tendre et indirecte tandis que les produits sur silex côtiers s'obtiennent par percussion dur. Ces caractéristiques techniques se retrouvent sur le site du Haut-Mée (Cassen et *al.*, 1998). Les roches minoritaires qu'elles soient allochtones ou autochtones servent essentiellement à une production d'éclats soit du

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

fait de leurs qualités structurales et clastiques médiocres pour un système V.S.G. (cas du phtanite de Callac, calcédoine de zone faillée, microquartzite FL, grès éocène), soit pour d'autres raisons peu appréciables (cas de l'opale résinite et du jaspe).

2-1-2-2- L'outillage

L'outillage comprend quelques éléments de composante Néolithique final (3 pointes de flèches et 3 ébauches de pointe) (Fig. 184 et Tabl. 60). En ajout aux petits nucléus terminaux présentant un débitage lamellaire irrégulier caractéristique du Mésolithique moyen, on observe alors un mélange de la composante outils de Bellevue. On remarque aussi que tous les éléments n'appartenant pas au V.S.G.. Ils sont obtenus dans du silex côtier. Quel est la part du Néolithique au sein des groupes des denticulés, des pièces esquillées et des grattoirs ?

Tabl. 63. Décompte l'outillage par types de matières. Tous les silex ont été rassemblés sous la même appellation.

Outillage/ Matériau	Silex	Grès eocène	Phtanite	Microquarzite FL	Opale résinite	Opale	Calcédoine	Jaspe	Total
Pointe de flèche	3	0	0	0	0	0	0	0	**3**
Ebauche pointe	3	0	0	0	0	0	0	0	**3**
Triangle scalène	1	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Couteau	4	0	0	0	0	0	0	0	**4**
Eclat utilisé	9	0	0	0	0	2	0	1	**12**
Eclat retouché	13	0	0	0	1	0	0	1	**15**
Lame retouchée	12	0	0	0	0	0	0	0	**12**
Lamelle retouchée	4	0	0	0	0	0	0	0	**4**
Fragment lamelle retouchée	1	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Lame utilisée	13	0	0	0	0	0	0	0	**13**
Fragment lame utilisée	1	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Eclat tronqué	6	0	0	0	0	0	0	0	**6**
Lamelle utilisée	2	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Lame tronquée	13	0	0	0	0	0	0	0	**13**
Lamelle tronquée	8	0	0	0	0	0	0	0	**8**
Denticulé	9	0	0	0	0	0	1	2	**12**
Grattoir	14	1	0	0	0	0	0	1	**16**
Burin	8	0	1	1	0	0	0	0	**10**
Pièce esquillée	4	0	0	0	0	0	0	0	**4**
Bitroncature symétrique	3	0	0	0	0	0	0	0	**3**
Lame à coche	1	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Eclat à coche	3	0	0	0	0	0	0	0	**3**
Lamelle à bord abattu	1	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Total	**136**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**5**	**148**

L'outillage (Fig. 181 et Tabl. 64) comprend essentiellement des produits retouchés sur support laminaire (9%) et éclat (11 %), des éclats et lames utilisées (9 % pour chaque type), des grattoirs (12 %), des produits tronqués (lames + lamelles 15 %, éclats 9 %) et des burins (7 %). Le taux de lames par rapport au total des pièces débitées est supérieur à 22 % (NMI de 48 pièces sur un NMI total de 213 pièces). Rapporté à l'outillage, les supports laminaires

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

représentent plus de 28 % (les lamelles et les supports de certains burins ou grattoirs ne sont pas pris en compte). Ce taux de lames rapporté aux pièces dépasse largement celle des industries V.S.G. du Bassin parisien. Il n'y dépasse guère les 10 % (Bostyn, 1994). Cette valeur est très faible par rapport à celui du site V.S.G. du Haut-Mée (Cassen et *al.*, 1996 ; 1998). Le silex du Cinglais ne domine plus l'outillage comme au Haut-Mée.

a- Les principaux outils

La plupart des grattoirs (12 % de l'outillage, Fig. 182) sont sur support d'éclat épais en silex côtier. Ils portent en partie une surface supérieure entièrement corticale et semblent débités par percussion sur enclume. Il existe des éléments sur support laminaire. Ce constat est différent de celui du Haut-Mée où les grattoirs sont fabriqués sur support laminaire. Cette différence est peut-être liée à une baisse de la compétence des réseaux d'échanges impliquant à s'adapter en choisissant des supports à investissement technique moindre pour certains outils. On peut lier en partie la fabrication des grattoirs sur ce site à la production de supports par percussion bipolaire sur enclume. Certains grattoirs sont fabriqués sur des supports de pièce esquillée (éclat esquillé épais, Fig. 182, n° 3).

Parmi les denticulés (9 % de l'outillage), on a en jaspe et calcédoine, de même qu'en silex d' importation ou côtier. Ils sont obtenus sur support éclat ou lame. Dans le cas du silex importé, il s'agit d'éclats peu silicifiés et à granulométrie grossière.

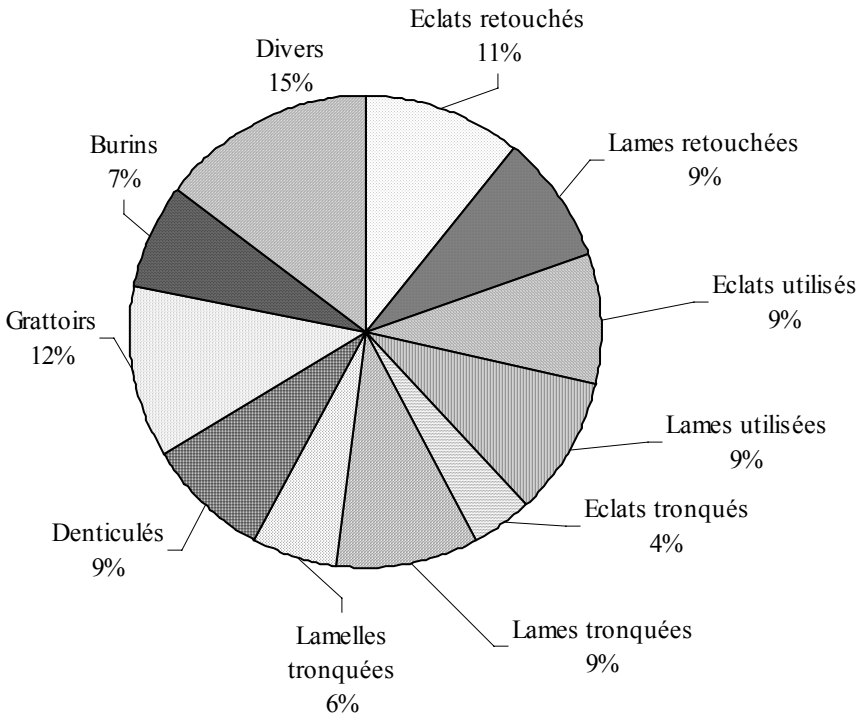


Fig. 181. Composition de l'outillage du Néolithique ancien *s.s.* du site de Bellevue

Les burins (Fig. 183) sont obtenus sur support lame ou éclat laminaire. Elles sont réalisées sur des troncatures (Fig. 183, n° 2, 3 et 5), des éclats Siret, sur cassure (Fig. 187, n° 7). Au Haut-Mée, les burins sont obtenus exclusivement sur support laminaire sans doute à cause de la proximité aux gisements de silex de bonne qualité et de la force de liens avec les populations V.S.G. du Bassin parisien.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les troncatures (Fig. 185) sont distales et convexes. Elles sont réalisée sur support laminaire, lamellaire et éclat, avec une prédominance du laminaire. Les lames tronquées sont régulières, à 3 pans et ont les négatifs d'un débitage unipolaire. Les lamelles tronquées quant à elles ont 2 pans et sont aussi régulières.

Les produits retouchés (éclats , lamelles ou lames) (Fig. 185, n°6) présentent fréquemment les négatifs d'un débitage unipolaire et parfois bipolaire. La retouche est directe abrupte ou semi-abrupte. Certains produits sont marqués par une forte utilisation de la retouche inverse rasante ou alternante. Les produits utilisés sans retouche montrent que la retouche n'est pas systématique que ce soit sur lame ou éclat (8,6 % du NMI de l'outillage) (Tabl. 64). Comment expliquer cette production laminaire élevée et cette utilisation sans aménagement d'une partie des supports. Il y a sans doute un lien avec les activités pratiquées et la régularité des supports. L'un des éclat obtenu dans de l'opale résinite présente les traces d'un débitage bipolaire.

Tabl. 64. Décompte en NMI de l'outillage néolithique ancien de Bellevue. Les éléments appartenant au mésolithique moyen et au Néolithique final sont exclus.

NMI outillage Néolithique ancien	NMI	en %
Couteau	4	2.9
Eclat retouché	15	10.8
Lame retouchée	12	8.6
Lamelle retouchée	4	2.9
Eclat utilisé	12	8.6
Lame utilisée	13	9.4
Lamelle utilisée	2	1.4
Eclat tronqué	6	4.3
Lame tronquée	13	9.4
Lamelle tronquée	8	5.7
Denticulé	12	8.6
Grattoir	16	11.5
Burin	10	7.2
Pièce esquillée	4	2.9
Bitroncature symétrique	3	2.2
Lame à coche	1	0.7
Eclat à coche	3	2.2
Lame à bord abattu	1	0.7
Total	**139**	**100**

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

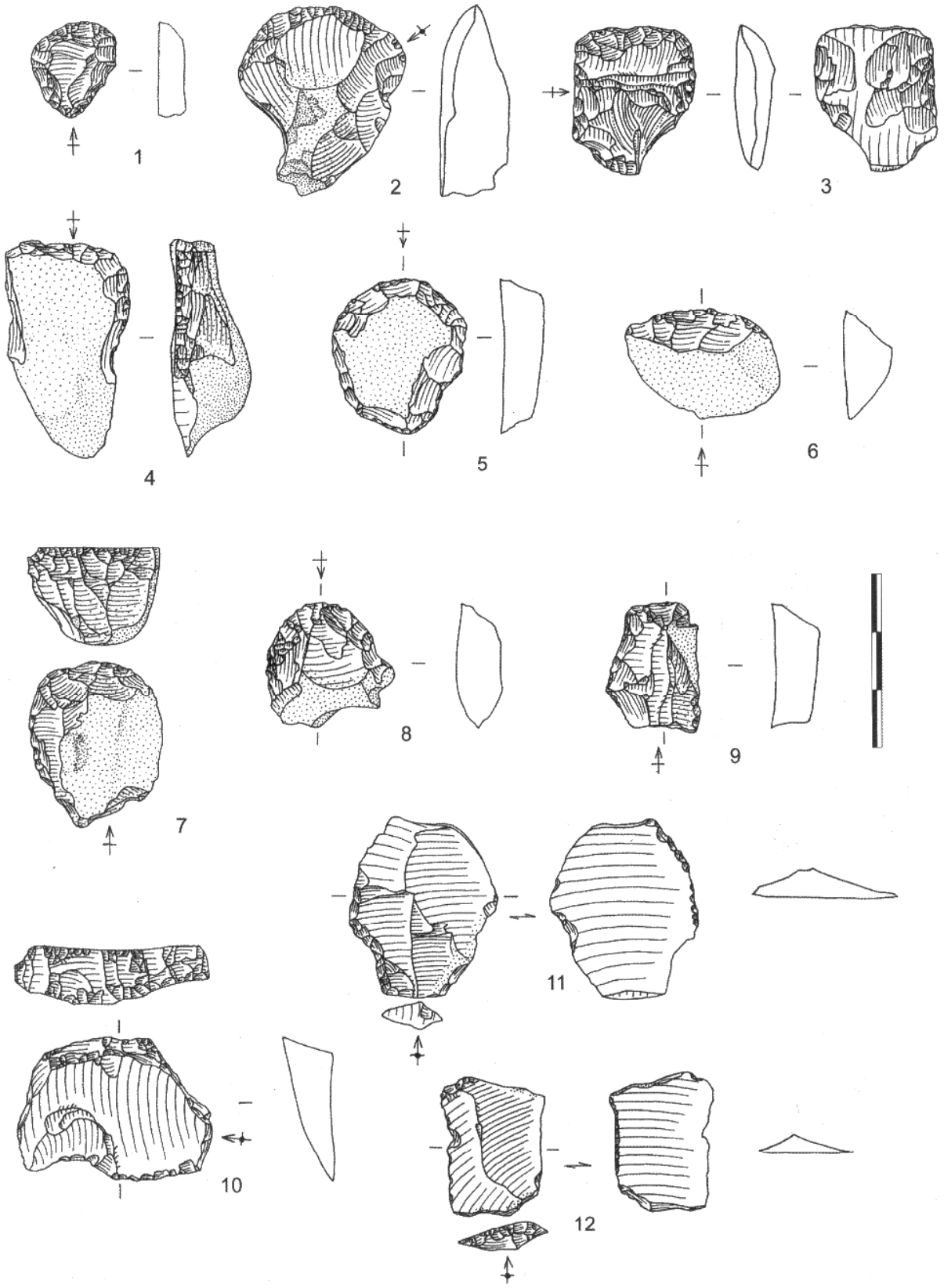


Fig. 182. Bellevue. Outillage. Silex d'import : Grattoirs 1, 3 et 10 ; Eclats retouché 12. Silex côtier : Grattoirs 4 à 9. Phtanite de Callac : Grattoir 2 ; Eclat à coche et retouché 11. (dessins Y. Pailler, d'après G. Marchand et *al*., 2006).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

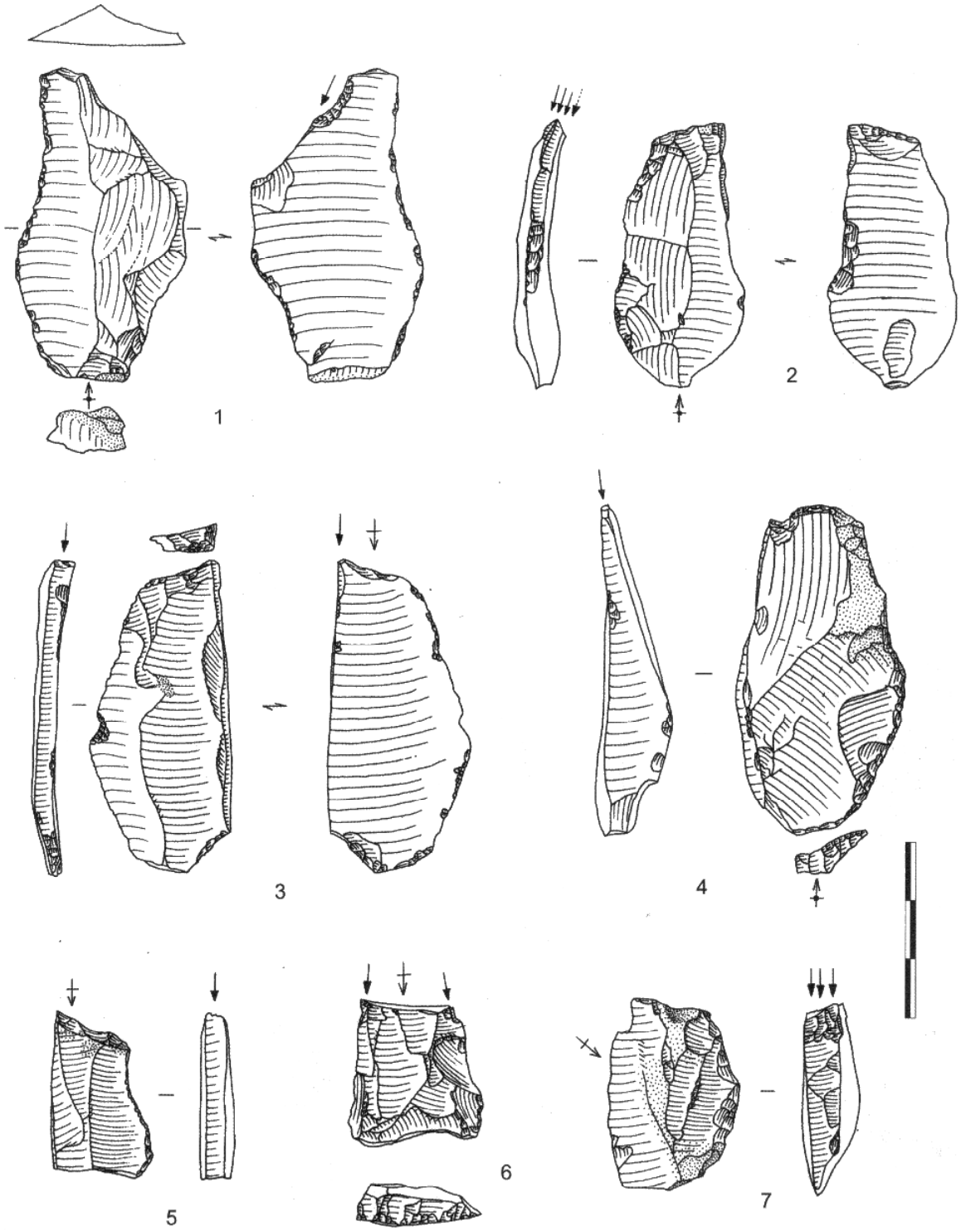


Fig. 183. Bellevue. Outillage. Burins : Silex d'import 1 à 5. Silex du Cinglais 6 et 7. (dessins Y. Pailler, d'après G. Marchand et *al*., 2006).

Nous avons noté en amont que certains grattoirs exploitaient des supports de pièces esquillées sur éclat épais. On remarque aussi que parmi les quatre pièces esquillées décomptées deux sont sur support éclat épais et deux sur nucléus terminal. Ce constat montre assez bien la réutilisation de certaines pièces. Ces nucléus réutilisés sont obtenus dans l'un des faciès de silex importés. Les produits à coches sont peu représentés avec seulement 4 individus, dont 3 sur éclat. On note également 3 couteaux qui pourraient tout aussi être des éclats retouchés. La retouche y est continue et le support des éclats épais.

b- Les armatures

Les armatures (Fig. 184) sont, pour la plupart, des bitroncatures symétriques (3 pièces en silex importé) fabriquées sur support éclat ou laminaire. Notons aussi la présence d'une lamelle à bord abattu et d'une armature triangulaire asymétrique à retouches inverses rasantes (Fig. 184, n°6) toujours en silex d'importation. Ces armatures sont typiquement du V.S.G. et l'armature à retouches inverses rasantes est de tradition danubienne. La fragmentation des lames se fait essentiellement grâce au procédé technique du coup de burin (comme l'atteste les cassures dans les coches sur certaines lames et un microburin sur lamelle de silex côtier). La flexion est peut-être marginale dans cette collection mais sa présence est à noter.

c- Un élément caractéristique du V.S.G. : un fragment d'anneau en schiste

Il s'agit d'un fragment d'anneau à couronne étroite (largeur comprise entre 1,45 cm et 1,5 cm) et fine (épaisseur de 7,2 mm). Les surfaces sont bien polies (Pailler, 2004 ; Marchand et *al.*, 2006).

2-1-3- Conclusion

L'importation de matériaux à très grande distance par les Hommes du V.S.G. de Bellevue s'accompagne d'un abandon de certaines règles du système technique de cette période pour diverses raisons. La distance aux gisements de matières premières n'a pas été un frein aux échanges puisqu'ils atteignent dans l'état actuel des connaissances plus de 220 km. Pour pallier à ce manque de matière première de dimensions et de qualités clastiques élevées, l'importation des produits laminaires s'est effectuée sous la forme de produits finis plutôt que de blocs préparés. Cette assertion est peut-être vraie pour certains faciès (exemple du Silex du Cinglais) mais, pas pour tous. On a ainsi pour des distances pratiquement égales une importation de lames de plein débitage et des préformes de blocs au sein de faciès de roche identique. La seule différence ici est l'absence d'indices d'aménagement et d'entretien d'un débitage laminaire strict dans ces faciès. Seul le débitage lamellaire semble s'effectuer sur place, malgré l'existence de certains éclats à crête partielle dans leur partie distale. Est-ce en raison de la taille des préformes de nucléus ? C'est sans doute un élément de réponse face aux distances qui séparent les gisements des sites d'occupations ou d'activités. L'exploitation des silex côtiers moins éloignés que les silex orientaux est aussi destinée à une production lamellaire. Plus on s'éloignerait des centres de propagation du V.S.G, plus les traits techniques du V.S.G. seraient diffus et altérés. La production du laminaire et lamellaire s'effectuant sur des silex identiques montre très bien l'écart de comportement entre les premières populations V.S.G. de l'Est du Massif armoricain et de celles que l'on pourrait rencontrer dans la partie Ouest du Morbihan ou même dans le Finistère durant les années à avenir. Les différences de traitement de matériaux avaient déjà été démontrées par Cassen et *al*., (1998) au Haut-Mée par rapport aux industries V.S.G. du Bassin parisien (Bostyn, 1994).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

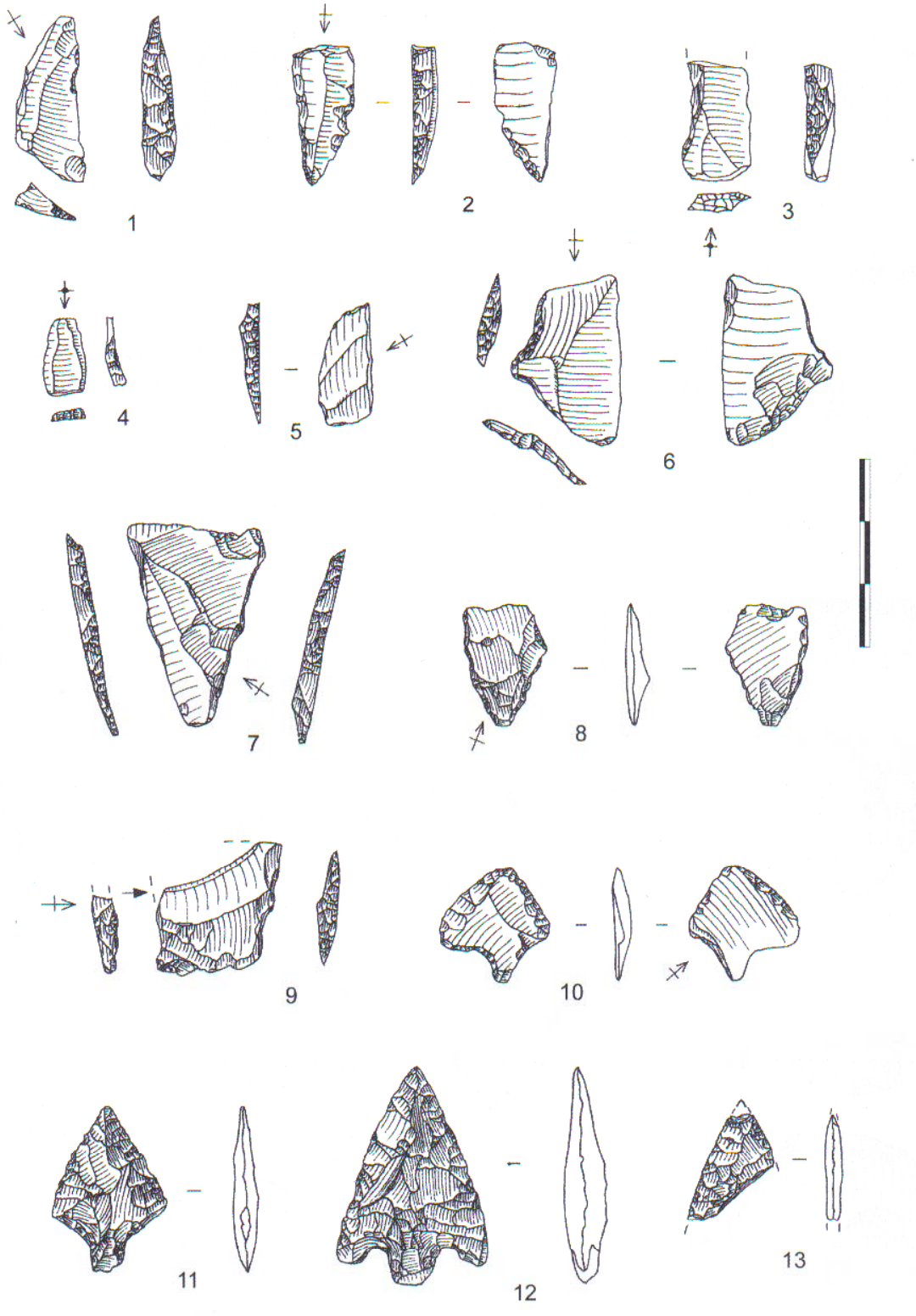


Fig. 184. Bellevue. Armatures. Silex côtiers : 1 pointe à dos, 2 fragment distal de lamelle à bord abattu ou pointe, 5 pointe à troncature oblique, 8 bitroncature triangulaire, 10 pointe à pédoncule, 11 pointe à pédoncule à retouches bifaciales, 12 pointe à pédoncule et ailerons, 13 fragment de pointe à retouches bifaciales. Grès éocène : 3 fragment proximal de lamelle à bord abattu bitroncature trapézoïdale, 4 microlithe (triangle scalène ?). Silex d'import : 6 armature asymétrique, 9 fragment de bitroncature trapézoïdale. Silex du Cinglais : 7 bitroncature triangulaire. (dessins Y. Pailler, d'après G. Marchand et *al*., 2006).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

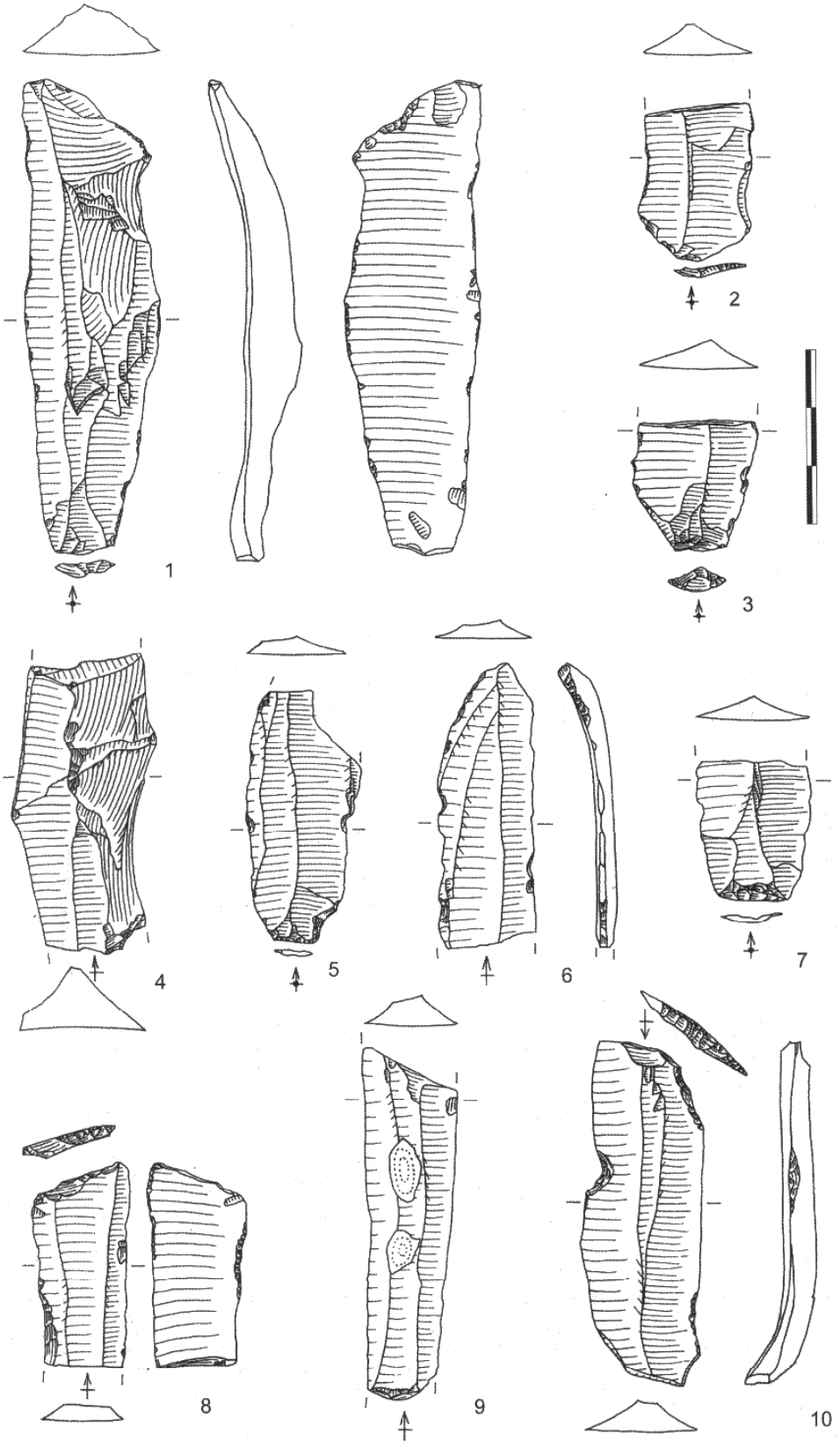


Fig. 185. Bellevue. Outillage. Silex du Cinglais : 1 lame utilisée ; 2 et 3 fragments proximaux de lames ; 8 fragment distal de lame tronquée. Silex d'import : 4 fragment mésial de lame à crête, 5 et 7 fragments proximaux de lame, 6 fragment distal de lame, 9 fragment mésial de lame, 10 lame tronquée. (dessins Y. Pailler, d'après G. Marchand et *al*., 2006).

L'industrie de Bellevue se place alors dans une phase plus tardive du V.S.G. comme semble l'indiquer les bitroncatures symétriques sur lames ou éclats (Bostyn, 2003 ; Augereau, 2004). L'exploitation de roches diverses est sans doute un caractère prépondérant de ce Néolithique ancien tardif.

2-2- Le site du Haut-Mée (Saint-Etienne-en-Coglès, Ille-et-vilaine)

2-2-1- Situation et description du site

Le site du Haut-Mée se trouve dans la commune de Saint-Etienne-en-Coglès, à l'Est de Fougères. Sa découverte a été permise par les travaux de l'autoroute A84, tracé Rennes-Avranches en 1996. Le site est constitué de plusieurs ensembles de fosses simples et doubles (couples de fosses allongées) qui accompagnent un bâtiment à plan trapézoïdal (Cassen et *al*., 1996). Le site est implanté sur un placage de lœss périglaciaires que l'on pourrait prendre pour un fait déterminant de la position des sites du Villeneuve-Saint-Germain du fait de l'attrait que pourraient avoir les populations passées (en comparaison aux comportements actuels) face aux terrains fertiles. Ces placages loessiques s'intercalent au sein des granites intrusifs bordés par des sédiments briovériens métamorphisés. L'auréole externe du métamorphisme (zone la plus éloignée du massif intrusif) est formée par des schistes tachetés à chlorite ;et des schistes tachetés à biotite, cordiérite et andalousite). L'auréole interne (zone la plus proche du massif intrusif) est constituée de cornéennes à biotite, muscovite et cordiérite (Dadet et *al*., 1984). Nous ne rentrerons pas ici dans le détail de la géologie régionale mais ce bref rappel est important pour la suite de notre analyse en raison de l'exploitation qui sera faite des schistes tachetés autochtones. La description des structures ne fera pas l'objet d'un rappel.

2-2-2- Bref aperçu de la production céramique

La collection de céramique comprend un NMI de 57 individus contenus dans 59 structures. 78 % des pièces (46 individus) sont contenues dans 10 fosses (Cassen et *al.*, 1998). L'étude morpho-technologique a rendu compte de l'homogénéité du matériel. Le dégraissant (quartz, muscovite, feldspath) utilisé est en général de taille moyenne ≤ 2 mm ou fine < 1 mm. L'argile exploitée se trouve à 150 mètres au Sud du site, dans une zone tourbeuse. Son exploitation nécessite un dégraissant. La présence de fragments de granite et de microgranite non altérés. Nous passerons sur la description détaillée de la technique de fabrication. La collection comprend principalement des vases de stockages à cordons appliqués, des vases à col ou en bouteille, des vases en demi-sphère, des vases en trois-quarts de sphère. Les décors sont, soit modelés par ajout de pâte, pincements de la pâte et impressions digitées, soit imprimés au poinçon (baguette, tige creuse), à l'ongle et au peigne à dents séparées. Les caractères décoratifs principaux sont les cordons appliqués en V ou ceinturant la céramique, les pastilles appliquées sur le bord, les décors au peigne, les décors au poinçon, les rebords rentrants formés d'un cordon appliqué. Tous ces traits techniques se retrouvent dans l'étape récente du Villeneuve-Saint-Germain (Cassen et *al.*, 1998).

2-2-3- Nature de la collection lithique

Avec seulement 484 pièces, l'industrie lithique est peu abondante. L'absence de tamisage systématique explique en partie la rareté des éclats et des esquilles. Le choix de collecter les grandes pièces est aussi une conséquence de ce manque de petites pièces.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les matières premières (Fig. 186 et Tabl. 65) sont pour la plupart des roches allochtones.

Tabl. 65. Répartition des matières premières taillées suivant les unités de fouilles. Les silex de type 2C normands et d'âge inconnu ont été rassemblés avec les silex divers de Normandie sous le terme autres silex normands (Cassen et *al.*, 1998 ; modifié).

Roches	Total	Fosses V.S.G.	Fosses diverses	Décapage habitation	Zones connexes	Néolithique récent
Silex Cinglais	**205**	146	7	35	16	1
Silex Crétacé	**18**	15	0	2	1	0
Autres Silex normands	**99**	62	6	12	13	6
Opale résinite	**3**	1	0	2	0	0
Silex côtiers	**40**	17	1	17	5	0
Grès eocène+ Grès grossier	**8**	1	0	4	3	0
Quartz	**54**	43	4	4	3	0
Cornéenne	**4**	0	3	1	0	0
Silex brûlés	**53**	37	2	5	8	1
Total	**484**	322	23	82	49	8

Elles comprennent essentiellement plusieurs types de silex (silex du Bathonien moyen encore nommé silex du Cinglais ; silex du Crétacé et autres). Ces silex sont tous d'importation, de la limite orientale du Massif armoricain (affleurements situés à une centaines de kilomètres en Normandie). On note également au Haut-Mée une exploitation de l'opale résinite (3 fragments provenant probablement de la région d'Angers/Saumur à plus de 125 km) dont la circulation dans l'Ouest de la France a fait l'objet de plusieurs synthèses descriptives (Cassen, 1987 ; Fouéré, 1994). Nous avons observé en amont, la présence de cette roche sur le site V.S.G. de Bellevue (Neulliac, Morbihan).
A côté de ces roches allochtones, diverses roches du Massif armoricain sont exploitées minoritairement. Ce sont des silex roulés du littoral, des grès éocènes, du quartz et des cornéennes de l'auréole de métamorphisme proche.
Les fosses V.S .G. renferment la majeure partie de l'industrie lithique et concentrent également la majorité des éléments en matériaux principaux.

2-2-4- Le plein débitage

Les auteurs ont décidé d'écarter l'industrie sur quartz en raison de la difficulté à son analyse. C'est sur la base de cette analyse que nous ferons un résumé des éléments importants de cette industrie quant à la compréhension des modalités de débitage et de circulation des matières premières et produits lithiques.

2-2-4-1- Le débitage laminaire

Les lames ne sont réalisées que sur les silex allochtones à cortex non roulé. Ces silex représentent 87,5 % de la matière taillée (hors quartz). Naturellement le silex du Cinglais domine au sein des lames. Les lames sont régulières, longues et larges, à trois pans. Ceci témoigne de la difficulté à savoir sous quelle forme voyage la matière. Est-ce des produits débités ou des préformes de nucléus qui arrivent sur le site ?

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010
Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

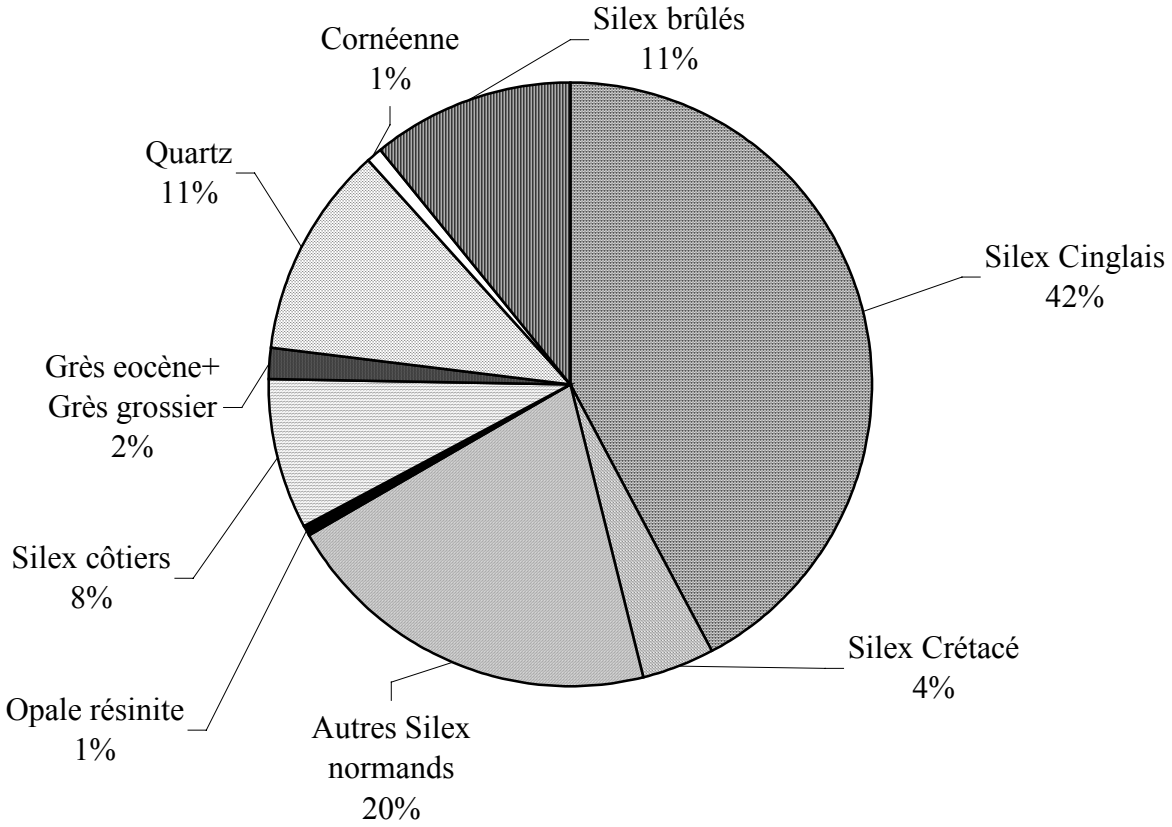


Fig. 186. Répartition des divers matériaux au sein de l'industrie du Haut-Mée (Données Tabl. 65, Cassen et *al.*, 1998).

Tabl. 66. Proportions de lames au sein des fosses V.S.G. et du décapage (Cassen et *al.*, 1998).

Taux en %	Silex Cinglais	Silex crétacé	Silex Côtier	Autres silex	Silex brûlé	Total
Taux général de lames (lames/totalité des pièces lithiques)	43,1	10,2	2,9	19,1	36,4	31,6
Taux restreint de lames (lames/totalité des produits débités, lames et éclats)	56,6	14,6	3,7	23,5	45,7	41,5
Taux d'utilisation (outils/totalité des pièces lithique)	30,3	32,3	11,4	38,1	13,6	23

Sur la base des travaux expérimentaux de J. Pélegrin (1991), les talons des lames de plein débitage ont permis d'identifier les techniques de percussion : la percussion indirecte et la percussion directe tendre. Ces résultats d'observation doivent être pris avec des réserves en regard au nombre de pièces analysées (37 talons, dont 12 attribués à la percussion indirecte, 9 à la percussion tendre et le reste indéterminé) (Cassen et *al.*, 1998). Les auteurs de cette étude considèrent également que la dispersion des largeurs des lames est une preuve que le débitage ne s'est pas effectué sur place.
Les indices d'un débitage lamellaire sont alors presque absents. Les quelques éléments rencontrés sont soit des lamelles irrégulières, soit des lamelles produites au moment de la

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

rectification du cintre. Dans la mesure où ce constat serait représentatif de l'ensemble de l'industrie du site, il serait en accord avec le contexte culturel VSG. Il est en contradiction avec l'existence d'une production lamellaire sur le site occidental de Bellevue (Neulliac, Morbihan) comme l'ont remarqué Marchand et *al.* (2006) et dont l'analyse détaillée de la collection a été faite au cours de ces travaux.

La mise en forme des nucléus et l'entretien du débitage laminaire se fait par des crêtes latérales régulières. La présence de lames sous-crêtes atteste de l'intervention de crêtes antérieures. Le débitage s'effectue à partir d'un plan de frappe unique. L'utilisation d'un second plan de frappe opposé n'intervient qu'en cas de correction de la carène. Des éclats en silex importés ont une dimension moyenne de 10 à 20 mm et peuvent être classés comme déchets de mise en forme (éclats corticaux) ou de recadrage des volumes débités (néo-crête, enlèvements de corniches, tablette).

Si leur nombre est trop restreint (Tabl. 67) pour envisager un débitage sur place des lames, on peut cependant envisager un débitage partiel de lames sur le site du Haut-Mée. Ainsi, une partie des lames voyagerait sous forme de produits finis et une seconde partie sous forme de nucléus.

2-2-4-2- Le débitage d'éclats

Nous avons vu précédemment, que la chaîne laminaire contient très peu d'éclats qui pour la plupart rentrent dans les phases d'aménagement et réaménagement. Si cette absence est marquée dans le cas des roches importées de Normandie, ce n'est pas le cas pour les matières autochtones (grès éocène, quartz) ou peu éloignés (silex côtier) (Tabl. 67).
L'exemple du silex côtier est très probant. L'objectif semble être la production d'éclats minces corticaux ou non. Les modalités d'obtention de ces produits s'observent sur 5 nucléus (4 unipolaires et 1 multipolaire). Les nucléus unipolaires montrent des séquences de débitage rapides avec des changements d'orientation de tables. L'exploitation est semi-tournante, ce qui donne des nucléus à dos cortical. Le nucléus multipolaire présente trois plans de frappes permettant l'exploitation d'une seule et unique face opposé à un dos cortical. Quelque soit la modalité de débitage, l'abrasion des corniches est soignée et la percussion se fait au percuteur dure.

En résumé, les productions laminaires et à éclats sont opposées et ne se superposent pas. Elles concernent les roches très éloignées (silex normands) dans le cas du débitage laminaire et les roches autochtones ou peu éloignées dans le cas du débitage d'éclats. Les procédés techniques de percussion sont aussi aux antipodes dans les deux cas : percussion directe dure pour les roches peu éloignées, percussion tendre et percussion indirecte pour les roches très éloignées. On peut cependant se poser des questions quant à la présence d'éclats en opale résinite et en silex normands d'âge non identifié et aux techniques (percussion directe dure et percussion sur enclume) utilisées lors du débitage. Ce comportement est antinomique à l'acharnement exercé sur un nucléus en grès éocène pour lequel des tentatives même vaines de production de lame sont avérées.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 67. Décompte du débitage brut par types de matières premières provenant des fosses et du décapage de la maison (ensembles A, B, et C). Les quartz, cornéennes et grès grossiers sont exclus. Les silex de type 2C normands et d'âge inconnu ont été rassemblés avec les silex divers de Normandie sous le terme autres silex normands (Données, Cassen et *al.*, 1998 ; Modifié).

Catégorie/Matière		Silex Cinglais	Silex Crétacé	Autres silex normands	Silex côtier	Silex brûlé	Grès éocène	Opale résinite	Total
Nucléus		0	0	2	5	0	0	0	**7**
Eclat		21	1	19	11	4	2	1	**59**
Eclat percussion sur enclume	entier	5	0	5	2	1	0	1	**14**
	fragment proximal	6	1	11	4	1	0	1	**24**
	autre fragment	27	3	13	6	13	0	0	**62**
Eclat cortical	entier	2	0	0	3	0	0	0	**5**
	autre fragment	1	0	0	0	0	0	0	**1**
Lame	entière	9	2	2	1	1	0	0	**15**
	fragment proximal	22	1	2	0	4	0	0	**29**
	autre fragment	39	4	3	0	11	1	0	**58**
Lamelle	entière	3	1	2	0	0	0	0	**6**
	fragment proximal	1	0	1	0	0	0	0	**2**
	autre fragment	6	0	0	0	0	0	0	**6**
Tablette	entière	1	0	0	0	0	0	0	**1**
	fragment	0	0	1	0	0	0	0	**1**
Crêt et néo-crête	entière	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	fragment	2	1	0	1	1	0	0	**5**
Enlèvement de corniche	entier	0	0	0	1	0	0	0	**1**
	fragment	1	0	1	0	0	0	0	**2**
Chute de burin		11	0	1	0	0	0	0	**12**
Bâtonnet		4	0	0	0	0	0	0	**4**
Microburin		1	2	0	0	0	0	0	**3**
Débris		0	0	0	0	1	0	0	**1**
Esquilles		26	1	17	1	7	0	0	**52**
Total		188	17	80	35	44	3	3	**370**
en %		50,8	4,6	21,6	9,5	11,9	0,8	0,8	**100**

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-2-5- L'outillage

Les éléments caractéristiques de la fabrication des armatures sont bien représentés sur le site du Haut-Mée (chute de burin, éclats de retouches, pièces cassées en cours de fabrication. L'acquisition à longue distance a entraîné une forte utilisation des supports laminaires. Le silex du Cinglais domine l'outillage avec 67 %. Au total, les silex normands représentent près de 80 % de l'outillage (Tabl. 68).

Le taux d'utilisation des lames atteint un tiers des lames en silex du Cinglais atteint un tiers des pièces (Tabl. 68). Le taux de lames rapporté à celui des produits débités est très élevé (56,6 %), et il représente près des 2/3 des outils, contrairement aux industries du V.S.G. du Bassin parisien, où le taux de lames rapporté aux pièces ne dépasse guère 10 % (Bostyn, 1994).

Les grattoirs sont obtenus autant sur support laminaire et éclat. Contrairement à ce que l'on pouvait s'attendre à observer, le silex côtier n'a pas la prédominance de cet outil. Les burins sont exclusivement obtenus sur lame.

Les burins sont obtenus sur support laminaire. Ils sont dièdres, sur troncature ou sur cassure en parts presque égales. Ils représentent 13 % de l'outillage et les chutes de burins montrent que les supports ont été retouchés au préalable. Les burins sont fabriqués par percussion bipolaire sur enclume (Cassen et *al.*, 1998) et semblent destinés au travail des végétaux comme l'a remarqué S. Philibert sur les burins du site V.S.G. de Neauphle-le-Vieux (Yvelines) (Philibert, 1996). La dénomination de burin sur cassure est par conséquent liée plus à sa morphologie qu'au procédé technique de fracturation. Il reste que le burins dièdre auraient une utilisation autre. Il faut remettre en question l'homogénéité de ce phénomène pour la simple raison que l'aménagement d'un tranchant est plus aisé par simple retouche que par esquillements.
Les troncatures sont distales, obliques ou légèrement obliques. L'une d'elle est associée à un burin sur l'extrémité opposée. On note aussi deux perçoirs sur lame, une armature qui n'est plus une flèche perçante danubienne qu'une flèche tranchante.
Les gros outils comprennent des percuteurs en quartz (1 entier et 6 fragments) et en grès grossier (1 entier), des pièces esquillées en cornéenne (4 entières) et en grès éocène (1 entier) et un "chopper" en quartz. Notons aussi la réutilisation d'un nucléus en silex normand en percuteur.

2-2-6- Bref aperçu des lames de haches polies et des bracelets

Deux lames de hache polies en fibrolite à veinures brun-rouge proviendraient de la région de Saint-Malo (à 50 km au Nord-Ouest) (observations de C.T. Le Roux). On décompte plusieurs fragments de tranchant de haches polies en quartz polycristallinns à béryl allochtone Ces quartz polycristallins affleurent en effet dans les mines de la Villeder au sud de Josselin (Morbihan) et dans les carrières de granite de Menez Goaillou (Coray, Finistère). Les haches en quartz polycristallin ne sont sans aucun doute pas voués à une utilisation quotidienne. Il s'agit bel et bien de hache d'apparat.

On observe également des fragments de bracelets en pierre ou en argile cuite identique aux pâtes des céramiques. Parmi les pierres utilisées pour la fabrication des bracelets, on note des schistes et les cornéennes proches du site du Haut-Mée mais aussi de la serpentinite.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 68. Décompte de l'outillage par types de matières premières provenant des fosses et du décapage de la maison. Les quartz, cornéennes et grès grossiers sont exclus, de même que les outils sur masse centrale. Les silex de type 2B normands et d'âge inconnu ont été rassemblés avec les silex divers de Normandie sous le terme autres silex normands (Données, Cassen et *al.*, 1998 ; Modifié).

Outils/matières		Total	Silex Cinglais	Silex crétacé	Autres silex normands	Silex côtier	Silex brûlé	Grès éocène
Grattoir sur lame	entier	2	2	0	0	0	0	0
	fragment	3	2	0	0	0	1	0
Grattoir sur éclat	entier	4	2	0	0	2	0	0
	fragment	2	0	0	1	0	1	0
Burin dièdre sur lame	entier	2	2	0	0	0	0	0
	fragment	1	1	0	0	0	0	0
Burin sur troncature sur lame	entier	3	2	1	0	0	0	0
	fragment	1	1	0	0	0	0	0
Burin sur cassure sur lame	entier	4	3	1	0	0	0	0
	fragment	1	1	0	0	0	0	0
Perçoir sur lame		2	1	1	0	0	0	0
Troncature sur lame	entier	3	2	0	0	0	1	0
	fragment	2	1	0	0	0	1	0
Troncature sur lamelle	entier	0	0	0	0	0	0	0
	fragment	1	1	0	0	0	0	0
Eclat à coche		1	1	0	0	0	0	0
Lamelle à coche		1	1	0	0	0	0	0
Lame utilisée ou retouchée	entier	2	0	1	1	0	0	0
	fragment	16	13	1	1	0	1	0
Lamelle utilisée ou retouchée	entier	0	0	0	0	0	0	0
	fragment	1	1	0	0	0	0	0
Eclat utilisé ou retouché	entier	7	5	0	2	0	0	0
	fragment	15	8	0	4	2	0	1
Lame esquillée		3	2	0	0	0	1	0
Eclat esquillé		1	1	0	0	0	0	0
Autre pièce esquillée		3	3	0	0	0	0	0
"Armature"		1	0	0	1	0	0	0
Dos abattu étroit		1	0	0	1	0	0	0
Microburin + outil		2	1	1	0	0	0	0
Total		85	57	6	11	4	6	1
en %		100	67	7,1	12,9	4,7	7,1	1,2

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La serpentinite étant absente du substrat rocheux du Haut-Mée ou de ses proches environs il faut chercher son origine à des distances plus grandes. Les affleurements connus de cette roche se trouvent dans la Baie d'Audierne (Finistère), sur la côte de Belle-Ile-en-Terre (Côtes-d'Armor), sur l'île de Groix (Morbihan) et à Champtoceaux (Loire-Atlantique). C.T. Le Roux et Y. Lecerf (1971) montrent que la majorité des bracelets en serpentinite dans l'Ouest de la France se trouvent dans le Morbihan. En accord avec la découverte d'un anneau-disque par les prospecteurs de la Société archéologique de Lorient sur l'île de Groix et la présence d'un atelier confirmé sur cette île, les auteurs (Cassen et *al*., 1998) pensent que le bracelet en serpentinite vient de cette région. Nous prenons cette hypothèse avec des réserves.

2-2-7- Conclusion

Les bracelets de pierre, les matières premières importées à grande distance, la céramique aux décors modelés et impressionnés, la gestion différentielle des roches de provenance lointaine et proche, sont autant d'indices qui rattachent l'industrie du site du Haut-Mée au Villeneuve-Saint-Germain. Le modèle de gestion des matériaux par des chaînes opératoires distinctes en fonction des produits est fortement marqué comme dans tout le V.S.G.
Si F. Bostyn (1994) remarque que la percussion tendre et la percussion indirecte sont appliquées au sein du V.S.G. sur des matériaux différents, les lames en silex du Cinglais du Haut-Mée montrent une application de ces deux techniques pour le même matériau. Si l'on combine cette observation avec le fait qu'une partie au moins du débitage laminaire s'effectue sur le site du Haut-Mée, on peut conclure à une différence de niveau technique entre les populations V.S.G. du Bassin parisien et leurs descendants. Cette hypothèse doit être nuancée du fait des contraintes locales des matériaux et de l'affirmation du continuum culturel. Si Cassen et *al.* (1998) considèrent cette continuité culturelle comme une rigidité intellectuelle face à l'avancée d'un front de colonisation mené par des groupes externes, nous considérons qu'il s'agit d'une acculturation qui n'est pas contradictoire avec le maintien de certains caractères culturels autochtones tel à Bellevue (Cléguérec, Morbihan) et au Dillien (Neulliac, Morbihan) (Marchand et *al.*, 2006).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

CINQUIEME PARTIE

LES ESSAIS MECANIQUES

1- Introduction : Pourquoi quantifier les propriétés des matériaux ?

La caractérisation des propriétés mécaniques des matériaux rocheux permet la quantification de certains paramètres intimement liés aux éléments constitutifs de la matière, à leur agencement et aux liaisons intergranulaires ou matricielles.

De nombreux préhistoriens ont réalisé des expériences de taille sur différentes roches afin de juger de leur aptitude à la taille en fonction des modes de débitage, de façonnage et de traitement (Bordes, 1947 ; Crabtree, 1967 ; Tixier et *al.*, 1980). A la suite de ces préhistoriens, des mesures des propriétés mécaniques des matériaux ont été envisagées, comme celles de D. Prost et J.-Y. Chatellier (1986) et R. Tsobgou Ahoupe (2006), pour se démarquer des études empiriques de taille, autant des tests mécaniques expérimentaux de débitage en laboratoire, dans des conditions contrôlées (Speth, 1972, 1974 ; Cotterell et Kamminga, 1987 ; Pelcin, 1997). L'ensemble de ces travaux permettre de prédire la qualité des produits obtenus au cours d'un débitage suivant les procédés techniques appliqués et les qualités clastiques des matériaux associés.

La première appréciation de la qualité de la matière par les hommes préhistoriques s'opère par des phases de pré-échantillonnage sur le terrain. Cette étape dans le choix des modules exploitables est contrainte par l'aspect macroscopique (forme, dimensions, couleur, etc...). Les critères macroscopiques nommés sont plus ou moins objectifs, et d'importance relative suivant la pensée du tailleur. La forme et les dimensions des modules bruts sont deux contraintes majeures du débitage, depuis les premières phases, jusqu'aux produits finis du débitage. Des galets aménagés (choppers et chopping tools) du Paléolithique archaïque (-2,5 à –1,5 millions d'années) réalisés par *Homo habilis*, aux microlithes géométriques de l'Epipaléolithique africain et Mésolithique européen d*'Homo sapiens sapiens*, la forme des blocs ou galets présélectionnés doit permettre d'intégrer toutes les étapes de la chaîne de débitage prédéterminée ou non.

La seconde étape dans le travail de la matière consiste essentiellement en une phase de test de la qualité par détachement de premiers éclats (éclats d'entame, éclats d'aménagement). Au cours de cette étape, c'est la structure interne de la matière qui est appréciée, et ce, en phase avec les concepts et objectifs du travail. Ainsi, un bloc sera considéré comme propice à la production si sa structure, ou microstructure, est peu fragilisée et continue. Cette continuité favorise un détachement aisé des produits de test. La fragilité grossière et la fragilité fine ne sont pas appréciées de façon identique. La première est un avantage conséquent au sein des industries à produits non déterminés et schémas opératoires peu pensés. Elle sera à l'inverse un très grand inconvénient pour le développement de schémas prédéterminés. Les plans de clivages grossiers, les filons, les fissures et failles sont les principaux paramètres qui contribuent à cette macro-fragilisation. La rigidité de la matière est alors évaluée par le son qu'elle émet. L'évaluation de l' élasticité par la Méthode des ultrasons qui exploite la vitesse de propagation des ondes est un bon moyen d'estimation de la continuité de la structure de la roche.

La troisième étape consiste au plein débitage et intègre toutes les informations obtenues au cours des premières étapes. Au cours de la phase de débitage proprement dite, des va-et-vients sont constamment réalisés entre les contraintes microstructurales, de forme et de dimensions.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La synthèse de la pensée préhistorique à travers les trois grandes étapes opératoires définies ci-dessus reste assez caricaturale du comportement humain, mais représente assez bien les grandes phases de la construction de cette pensée.

Les moyens et techniques d'analyse développés en mécanique expérimentale, nous permettent de quantifier ces paramètres afin d'affiner l'évaluation de la qualité de la matière dont l'estimation par les préhistoriques est à la fois objective (permet le tri des matériaux et des faciès de matériaux), et subjective (car anthropique). Un matériau sera qualifié de bon ou mauvais suivant son utilisateur. L'appréciation actuelle que nous avons de cette qualité à travers les données de mesures mécaniques devra à tout moment être interprétée à la fois sur le plan structural, avec une limite anthropique dont la pertinence dépendra de l'industrie lithique analysée, de la contribution de chaque matériau à la construction ou à la déconstruction des cultures ou systèmes culturels étudiés.

2- Propriétés mécaniques et méthodes expérimentales

2-1- La masse volumique

La masse volumique d'un corps est le rapport de sa masse sur son volume, valeur dépendant fortement des caractères structuraux et minéralogiques de la roche (Grolier et *al*., 1991).

La mesure de la masse volumique se fait grâce à la balance à double pesée. En effet on mesure les masses sous air et sous poussée d'Archimède de nos volumes élémentaires de roche. La double mesure nous donne par relation simple le volume de l'échantillon. Il est cependant nécessaire d'avoir des échantillons d'une uniformité nette à la fois sur le plan structural et la taille (surtout pour les ultramylonites /cataclasites et les phtanites). En effet, les échantillons nécessitent au préalable un travail préparatoire de mise en forme et d'uniformisation. L'on veille donc à obtenir des échantillons d'épaisseur identique en tout point, et pas très épais. Pour un échantillon d'épaisseur variable, la poussée d'Archimède ne sera pas identique en tout point. De même, la présence de pores, ou en général d'irrégularités de surface, engendre des erreurs dans les mesures par apparition de forces de rétention surfacique.

La masse volumique (ρ en g/cm^3) du matériau s'obtient par la relation suivante :

$$\rho_{éch} = (M_{air} / M_{air} - M_{H2O}) * \rho_{H2O}(T)$$

$\rho_{éch}$ masse volumique de l'échantillon (en g.cm^{-3})
M_{air} masse de l'échantillon dans l'air (en g)
M_{H2O} masse de l'échantillon dans l'eau (en g)
$\rho_{H2O}(T)$ masse volumique de l'eau à température ambiante (en g.cm^{-3})

La masse volumique s'obtient par lecture directe sur un écran digital. Ce paramètre physique n'est pas un élément d'appréciation des propriétés au débitage et à l'utilisation des matériaux. Il est cependant utile pour le calcul des propriétés élastiques des matériaux.

2-2- La Dureté

Les essais de dureté mesurent la pression moyenne au contact des matériaux, lors de la pénétration d'un indenteur (conique, sphérique ou pyramidal) sur une surface plane. Par la

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

mesure de la taille de l'empreinte laissée par l'indenteur après son retrait, ou pendant l'essai à partir de la courbe d'indentation liant la profondeur d'indentation à la charge appliquée, on obtient la dureté. La dureté est équivalente à une pression, elle dépend fortement de la géométrie de l'indenteur (pression moyenne de contact exprimée en $Kgf.mm^{-2}$).

Dans ce travail, nous ne développerons que les essais de dureté Vickers. L'intérêt principal de ces essais de dureté est leur réalisation sur des échantillons de petites dimensions sans préparation particulière à l'exception d'un polissage préalable des faces et de leur parallélisme. Les autres avantages de ces essais sont : la non destruction de l'échantillon, la facilité de mise en œuvre et le coût peu élevé.
L'indenteur Vickers est une pyramide à base carrée dont le schéma de principe est décrit ci-dessous. L'épaisseur de l'échantillon doit être supérieure à 1,5 fois la diagonale des empreintes (presque 7,5 fois la profondeur h), et la distance entre les centres de deux empreintes supérieure à six fois la diagonale des empreintes (en deçà de ces limites, les empreintes de dureté interfèrent).

La dureté d'un matériau peut s'identifier à la résistance qu'il oppose à la pénétration d'un corps étranger. L'empreinte de déformation laissée par l'indenteur à la surface du matériau sera de forme carrée (Fig. 187), et la mesure des deux diagonales $2a_1$ et $2a_2$ permet le calcul de la dureté Vickers :

$$\mathbf{H_v = 2P*\sin(136°/2)/(2a)^2}$$
$$\mathbf{\approx 0{,}189*P/(2a)^2}$$

où $a = (a_1+a_2)/2$
P force appliquée (en N)
a distance moyenne des deux diagonales (en mm)
H_v (en $kg\text{-}force.mm^{-2}$)

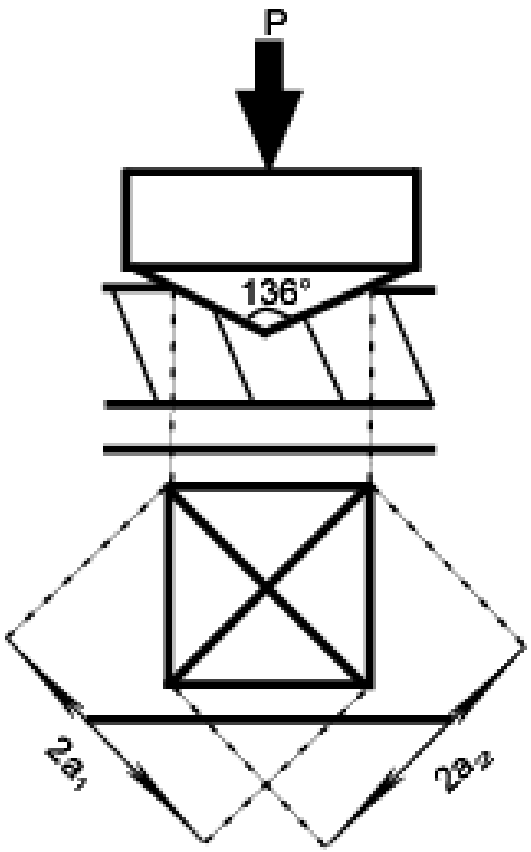


Fig. 187. Schéma de l'empreinte d'un indenteur Vickers et diagonales générées ($2a_1$ et $2a_2$)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La dureté Vickers peut également s'exprimer en GPa (unité du système international) en multipliant la valeur en unité Vickers (en kg-force.mm^{-2}) par celle de l'accélération due à la gravité (g = 9,807 m.s^{-2}) :

H_v (GPa) = H_v (kgf.mm^{-2})* 9,807*10^{-3}

Le facteur principal de variabilité de la dureté est la force de liaison interatomique ou intergranulaire. La forme des joints de grains et sa nature est elle même contrainte par la forme cristallographique et la nature des minéraux constitutifs de la roche. D'autres facteurs liés au mode de formation et/ou de déformation peuvent engendrer des variations dans la mesure de la dureté d'une roche. Nous avons alors observé qu'il existe cependant un ordre d'influence selon le facteur considéré et selon la nature pétrographique et minéralogique de la roche :

- La forme et le joint de grain sont le premier facteur. La surface de contact intergranulaire est une donnée essentielle à la compréhension de la variabilité dans la mesure de la dureté des matériaux. Une augmentation de la surface intergranulaire en terme de longueur entraîne une augmentation de la dureté. Cette croissance de la dureté est d'autant plus forte que la phase minérale constituant ces joints de grains est quartzeuse. Ce facteur contraint essentiellement les matériaux à microstructure cristalline ou macrocristalline forte.

- Le second facteur qui influence la dureté d'un matériau rocheux est la présence d'une probable superposition de couches (soit d'origine sédimentaire, soit d'origine métamorphique). Il est important de noter ici, que les deux types de « stratification » n'engendrent pas nécessairement la même réponse (augmentation ou diminution de la valeur de la dureté). Dans le cas des roches sédimentaires tel le silex, ce facteur est absent. Pour les cherts (exemple des cherts carbonés stratifiés armoricains : les phtanites), la superposition de lits de nature minéralogique différente engendre une variation dans la mesure de la dureté. Cette superposition de couches consolidées dues à une dynamique de sédimentation continue contribue à l'accroissement de la dureté tout comme le métamorphisme cataclastique qui engendre une foliation de la roche. Plus la foliation est fine, moins le matériaux est dur.

- A l'inverse des microstructures de formation, l'impact des microstructures de déformation sur la dureté des roches est plus complexe à analyser. La déformation cataclastique engendre une bréchification de la roche et fait croître la dureté lorsque la bréchification est fine et la fait décroître si la bréchification est grossière. Les structures de roches liées quant à elles à un cisaillement unidirectionnel ou tout au plus bidirectionnel de forte ampleur font décroître la valeur de la dureté.

Tous ces facteurs se superposent plus ou moins les uns aux autres et ne peuvent être considérés que lorsqu'ils sont analysés pour des matériaux rocheux bien précis et de natures géologiques peu différenciées.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-3- Les propriétés élastiques

La déformation élastique d'un matériau isotrope obéît à la loi de Hooke :

$\varepsilon_x = \sigma_x / E$ ε_x déformation unitaire suivant la direction x (sans unité)

σ_x contrainte suivant la direction x (en GPa)
E module de Young (en GPa)

Deux paramètres doivent être mesurés pour caractériser un matériau élastique isotrope : classiquement le module de Young (E) et le module de compressibilité (K), ou leur combinaison le module de cisaillement (G) et le coefficient de Poisson (ν).

$\nu = (E/2G)-1$ ν coefficient de poisson (sans unité)
G module de cisaillement (en GPa)
E module de Young (en GPa)

$K = E/(3(1-2\nu))$ K module de compressibilité (en GPa)
E module de Young (en GPa)
ν coefficient de poisson (sans unité)

Le coefficient de Poisson est le rapport entre la déformation transversale (direction perpendiculaire à la contrainte) et la déformation longitudinale. En effet, lorsque l'on exerce une effort de compression simple à un solide élastique, la déformation longitudinale s'accompagne d'une déformation transversale suivant la relation :

$\nu = -\varepsilon_T / \varepsilon_L = -\varepsilon_T / (\sigma_L/E) = -(\varepsilon_T * E)/\sigma_L$ ε_T déformation transversale (sans unité)
ε_L déformation longitudinale (sans unité)
σ_L contrainte normale (en GPa)
E module de Young (en GPa)
ν coefficient de Poisson (sans unité)

Ce coefficient est pris comme le facteur de variabilité de l'isotropie (propriété qu'à un matériau à se déformer de manière identique quelque soit la direction). Sa dispersion témoigne par conséquent d'une anisotropie.

2-3-1- Mesures des propriétés élastiques

Une méthode simple pour mesurer les propriétés élastiques d'un matériau à température ambiante est l'utilisation de l'échographie ultrasonore. Le principe consiste à appliquer sur un échantillon d'épaisseur (e), un transducteur piézoélectrique délivrant une impulsion mécanique générant une onde qui se propage dans le matériau à la vitesse V. Cette onde se réfléchie sur la face inférieure de l'échantillon et est captée par le transducteur après cet aller-retour en un temps t. L'échantillon rocheux étant homogène, la vitesse est liée au temps et à l'épaisseur de l'échantillon par le relation suivante (Mattaboni et Schreiber, 1967) :

$V = 2 * e / t$ V vitesse de propagation de l'onde (en $m.s^{-1}$)
e épaisseur de l'échantillon (en m)
t temps mis par l'onde pour effectuer un aller-retour (en s)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les mesures du module de Young (E), du coefficient de poisson (ν) et du module de cisaillement (G) ont été effectuées par la méthode d'échographie ultrasonore en mode pulse-écho grâce à l'oscilloscope PR 35 générateur/récepteur se trouvant au LARMAUR FRE CNRS 2717 de l'Université de Rennes 1.

L'oscilloscope PR 35 générateur/récepteur (Fig. 188) est composé des différents blocs fonctionnels suivants : l'oscillateur PRF, le contrôle de générateur, le réglage de voltage, le récepteur amplificateur/atténuateur, le récepteur Filtre Passe Haut, le récepteur Filtre Passe Bas.

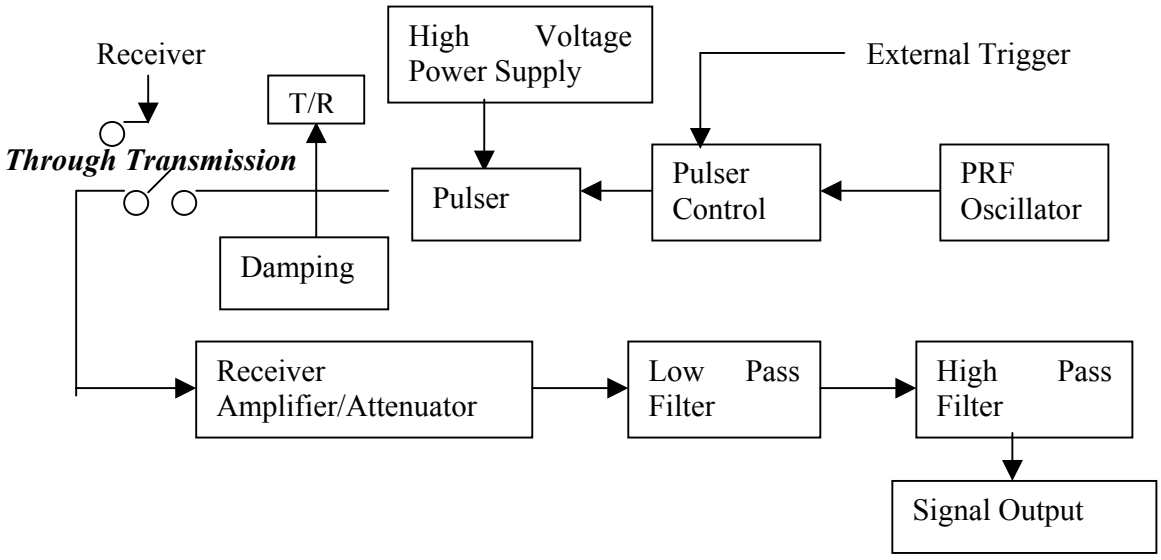


Fig. 188. Schéma du Système PR 35.

On débute par la mise sous-tension de l'oscilloscope (oscilloscope à phosphore numérique Tektronix, série TDS 3000) et du générateur/récepteur PR 35.

Deux types de transducteurs sont utilisés, un qui génère des ondes longitudinales (WC « Waves compression ») et un qui génère des ondes transversales (SWC « Shear Waves Compression »).

Par la suite, il est nécessaire pour la visualisation du pulse de sortie de caler l'oscilloscope sur le signal qu'il reçoit grâce à la touche « autoset » et de régler le signal afin d'obtenir un seul pulse sur l'écran. Le signal obtenu doit être le plus lisse possible et le pic le plus fin possible. Il faut donc jouer avec le PR 35 afin de l'obtenir.
Dans le cadre de ces travaux, nous avons appliqué les réglages suivants :

Pour les ondes longitudinales :

Gain	≈ 30 dB
Filtre Passe Haut	OUT
Filtre Passe Bas	10
Energie	1
Atténuation « Damping »	≈ 2

Pour les ondes transversales :

Gain	≈ 30dB
Filtre Passe Haut	OUT
Filtre Passe Bas	10
Energie	4
Atténuation« Damping »	≈ 2

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Afin de maintenir un bon contact entre l'échantillon et le transducteur l'on utilise un gel couplant. Ce gel permet en effet d'obtenir des mesures fiables en évitant des pertes de signal. Le choix du gel couplant varie selon que l'on effectue des tests en ondes longitudinales ou transversales (gel couplant D pour les longitudinales et en tube pour les transversales) (Guin, 2001).

L'obtention d'échos francs et bien identifiables se fait en assurant un contact plan entre l'échantillon et le transducteur tout en minimisant la couche de gel. Il faut donc effectuer de petits mouvements de rotation tout en exerçant une légère pression sur le capteur.
Pour observer le plus grand nombre d'échos possibles, on décale le signal du pulse obtenu précédemment vers la gauche. Une fois le signal acquis, le réglage des curseurs verticaux est nécessaire :

- placer le premier curseur sur le premier écho

- sélectionner le second curseur grâce à la touche « select » et le placer sur le dernier écho (n+1 ème écho).

Il s'affiche alors l'intervalle de temps compris entre les deux curseurs (contenant n intervalles inter-échos). En reportant sur une feuille de calcul Excel (fichier de calcul de E et de ν par ultrasons de la valeur de Δ= temps).
Les paramètres élastiques s'expriment en fonction de ρ, V_L et V_T comme suit :

$G = \rho * V_T^2$ G module de cisaillement (en Pa)
V_T Vitesse de propagation des ondes transversales (en $m.s^{-1}$)
ρ masse volumique (en $kg.m^{-3}$)

$E = \rho * [(3V_L^2 - 4V_T^2)/(V_L^2/V_T^2 - 1)]$ E module de Young (en Pa)
V_T Vitesse de propagation des ondes transversales (en $m.s^{-1}$)
V_L Vitesse de propagations des ondes longitudinales (en $m.s^{-1}$)
ρ masse volumique (en $kg.m^{-3}$)

2-3-2- Les facteurs de variation de l'élasticité

Tout comme la dureté, l'élasticité d'un matériau est fortement liée à la cohésion des éléments constituant le matériau. Nous avons également observé que d'autres facteurs tels la microfracturation ou la macrofracturation, la continuité de la structure ou son orientation sont plus ou moins des avantages ou des limites à l'acquisition par la roche d'une bonne élasticité :

- la nature minéralogique de la roche est le premier critère de variation de l'élasticité tout comme celui de la dureté.

- les forces de liaisons intergranulaires sont influencées par la nature des grains et leur forme. La présence de phase intergranulaire (observations faites en aval) entraîne une modification de la rigidité et donc de l'élasticité.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

- le troisième facteur et non moins important est la continuité de la structure de la roche, au sens de l'endommagement (fissure). Les variations d'élasticité de la roche, mesurées par les vitesses de propagation d'ondes, sont fortement influencées par le degré d'endommagement du matériau. L'anisotropie est alors liée à la présence de diaclases, de fractures et autres éléments altérant la continuité structurale.

Tous les critères sus-cités contribuent à une possible hiérarchisation des matériaux selon leur nature géologique, minéralogique et structurale.

2-4- La Ténacité

La ténacité, notée K_{Ic}, exprimée en $MPa.m^{-1/2}$, est un facteur important dans l'analyse de l'aptitude à la taille d'une roche. Ce paramètre caractérise la capacité du matériau à résister à la propagation d'une fissure existante. Il existe plusieurs méthodes de mesure de ce paramètre mécanique : méthode par indentation (IF: Indentation Fracture), méthode de l'entaille droite (SENB : Single Edge Notch Beam), méthode de l'éprouvette à préfissuration droite (SEPB : Single Edge Precracked Beam), méthode de l'entaille en chevron (CN : Chevron Notch). Nous présenterons au cours de notre analyse les résultats obtenus par indentation (facilité de mise en œuvre de l'essai) et par SENB (fiabilité des résultats).

2-4-1- La méthode par indentation

La méthode par indentation s'effectue suivant le même principe que celui des essais de dureté. Au cours de l'indentation, des fissures se forment aux coins de l'empreinte et se propagent dans le matériau (Fig. 189).
De part la présence de grains dans la matière et de la complexité de sa structure, il y a une grosse difficulté à mesurer nettement l'empreinte au duromètre. Il a fallu recourir par moments à la microscopie confocale pour la mesure des diagonales. Etant donné ce double niveau de difficulté, la détermination de la ténacité par méthode indirecte grâce à la relation qui la lie à la dureté n'est pas impossible mais augmenterait le rapport d'erreur sur la mesure d'un facteur de deux :

$$\mathbf{K_{IF} = 0{,}016 * (E/H_M)^{1/2} * P/c^{3/2}} \text{ si } c/a > 2{,}5 \quad \text{(Anstis et } \textit{al.}\text{, 1981)}$$

K_{IF} ténacité (en Pa√m)
E module d'élasticité (en Pa)
H_M dureté Meyer (en Pa) avec $H_M = H_V / 0{,}927$
P charge appliquée (en N)
c longueur d'une fissure (en m) (Fig. 189)

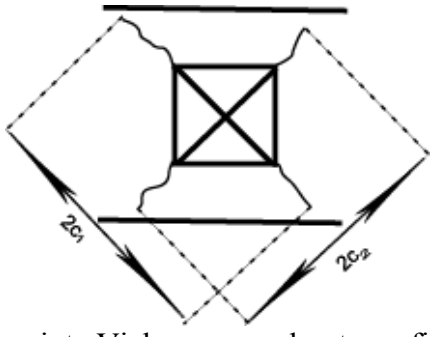


Fig. 189. Schéma d'une empreinte Vickers engendrant une fissuration radiale (fissures $2C_1$ et $2C_2$)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les mesures deviendront par conséquence inexploitables. Il a été décidé pour la mesure de la ténacité de développer des essais de compression trois points afin d'obtenir des données directement liées au matériel, réduisant par la même les erreurs liées non pas à la mesure mais à la méthode.

2-4-2- La flexion trois points sur éprouvette entaillée : Essai SENB

Le principe de cet essai est d'exercer une force croissante sur l'échantillon jusqu'à rupture et de mesurer la force maximum afin de calculer la ténacité du matériau. Le test s'effectue grâce à une machine de traction/compression Lloyd LR50K couplée à un montage de flexion 3 points.
Le facteur d'intensité des contraintes (K_I) a été défini par G. R. Irwin (1957) décrit la distribution des contraintes au voisinage d'une fissure. Le mode de propagation des fissures intègre la géométrie de la fissure ainsi que le mode de propagation de la fissure. Théoriquement, les fissures sont planes et se propagent dans leur plan. L'état de propagation est alors défini par la superposition de trois modes d'ouverture de la fissure (type de sollicitation):

- le mode I (mode par ouverture) : les surfaces de la fissure se déplacent dans des directions opposées et perpendiculaires au plan de fissure. Ce mode est le plus critique et les études théoriques se limitent souvent à ce mode de propagation.
- le mode II (mode par cisaillement) : les surfaces de la fissure se déplacent dans le même plan et dans une direction perpendiculaire au front de fissure. Le mode par cisaillement est celui qui se produit dans le cas de la taille des roches en Préhistoire.
- le mode III (mode par cisaillement anti-plan) : les surfaces de la fissure se déplacent dans le même plan et dans une direction parallèle au front de fissure.

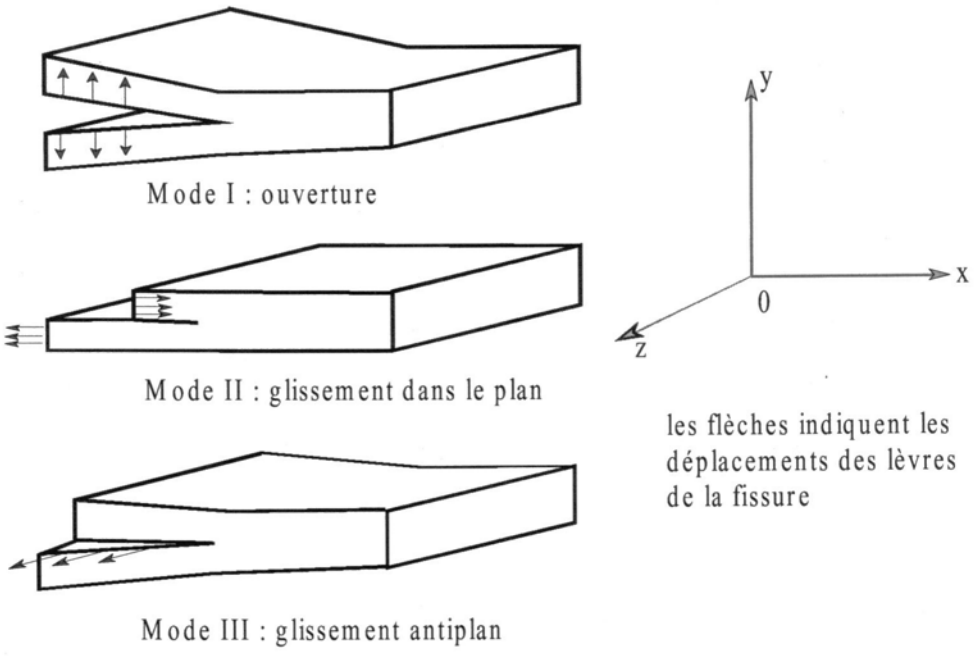


Fig. 190. Les modes d'ouverture de fissure

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les propagations en mode de cisaillement (mode II et III) sont généralement plus rapides que la fissuration en mode I. Il a été en effet démontré que, sous de faibles ou fortes sollicitations, la fissuration en mode II est plus rapide (Pinna et Doquet, 1999).

La valeur du facteur d'intensité de contrainte K_I est obtenu grâce à la formule empirique suivante issue des travaux de Wakai et *al.* (1991) sur les éprouvettes SENB (Fig. 191).

$$K_I = \frac{3PS}{2BW^2}.\sqrt{a}.Y\left(\frac{a}{W}\right)$$

K_{Ic} ténacité (en $MPa.m^{-1/2}$)
B épaisseur de l'éprouvette (en mm)
W hauteur de l'éprouvette (en mm)
P force de rupture (en N)
S distance entre les appuis (en mm)
a profondeur de l 'entaille (en mm)

avec $Y\left(\frac{a}{W}\right) = \sum_{k=0}^{4} A_k.\left(\frac{a}{W}\right)^k$

Les facteurs A_k étant définis par : $A_k = a_k + b_k.\ln\left(\frac{S}{W} - c_k\right)$

et les valeurs de a_k, b_k et c_k dans le Tabl. 69 suivant :

	a_k	b_k	c_k
A_0	1,943	0,01468	3,434
A_1	-3,091	0,1745	3,225
A_2	14,46	-0,5167	3,247
A_3	-24,37	0,7781	3,278
A_4	24,88	-0,5196	3,286

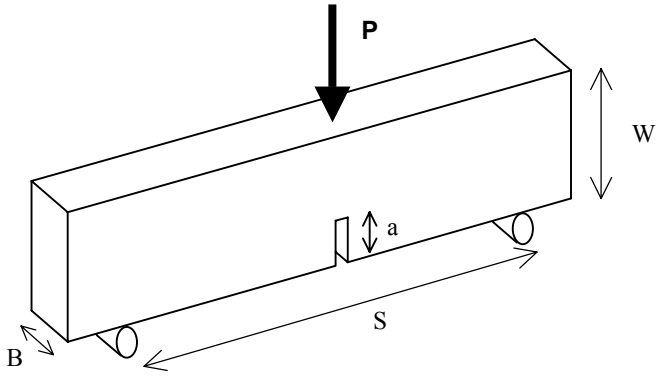


Fig. 191. Schéma d'une éprouvette type d'essai SENB

En considérant $P_{rupture}$ comme étant la pression de rupture, on obtient un facteur d'intensité de contrainte à la rupture notée K_Q. Pour un matériau purement fragile, $K_Q=K_{Ic}$. La ténacité, notée K_{Ic} est alors la valeur critique de K_I pour laquelle la cassure se propage de manière catastrophique.

Dans le cas des roches utilisées au sein des ensembles archéologiques analysés, le comportement plastique se produit essentiellement sous condition de température élevée (conditions remplies au cours de leur formation : cas des ultramylonites). Le débitage quant à lui s'effectue à température ambiante et les matériaux se comportent alors de façon fragile.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les échantillons sont des éprouvettes parallélépipédiques de 3 mm d'épaisseur (B), et de hauteur maximale W, respectant les variations structurales observées. La longueur de l'éprouvette est comprise entre 22 et 30 mm.

Une entaille d'une profondeur a ≈ 1/3 de la hauteur W est ensuite réalisée au milieu de l'éprouvette. Pour avoir une entaille très fine et d'une grande acuité, on « scie » le fond de la première entaille avec une lame de rasoir trempée dans une suspension diamant 9 μm. La qualité de l'entaille est vérifiée au microscope optique. Cette entaille permet d'amorcer la fissuration : plus elle est fine et mince, plus la valeur de la ténacité calculée se rapproche de la valeur réelle K_{Ic} du matériau.

2-5- La fragilité

La fragilité (B) désigne la capacité à fracture un corps soumis à des contraintes mécaniques ou des déformations brutales. Un corps est par conséquent dit fragile lorsque sa fracture n'exige qu'une faible énergie. La fragilité s'exprime en fonction de la dureté Meyer (H_M) et de la ténacité (K_{Ic}) selon la relation suivante (Lawn and *al*., 1980 ; Marshall and *al*., 1982) :

$B= H_M/K_{Ic}$ K_{Ic} ténacité (en $MPa.m^{-1/2}$)
H_M dureté Meyer (MPa) avec $H_M= H_v/0,927$
H_v dureté Vickers (en MPa)
B fragilité (en $m^{-1/2}$)

2-6- Les limites aux analyses et interprétations

Différentes difficultés ont été rencontrées au cours de la réalisation des essais mécaniques.
La première de toutes est due à la nature des matériaux utilisés. En effet les matériaux rocheux ont par nature une structure qui leur est propre et qui varie beaucoup, même au sein d'un gisement. On peut aussi citer comme problèmes, ceux liés à la préparation d'éprouvettes de roche (tronçonnage et mise en forme), à la mesure de dureté, au type d'essai appliqué. Il faut noter que ces derniers sont intimement liés à la microstructure de la roche.

Lors de l'usinage des échantillons, la dureté élevée de la roche, la présence de fractures et parfois la taille des échantillons archéologiques sont des facteurs limitant l'obtention de parallélépipèdes ou d'éprouvettes nettes. En effet, pour les tests du module d'élasticité, de premiers tests ont été réalisés afin de déterminer la taille moyenne à laquelle on obtient la meilleur réponse. Ainsi, pour des épaisseurs inférieures à 0,3 cm et supérieures à 1,5 cm, on observe presque pas de réponse à l'oscilloscope. Il a donc été convenu d'utiliser des échantillons d'épaisseur (e) compris entre 0,4 cm et 1,2 cm.

A la suite du découpage, il est nécessaire d'uniformiser l'épaisseur et la surface des prouvettes de roche. Ceci afin d'effacer toutes les irrégularités ou aspérités de surfaces (creux, bourrelets, poussières, etc…), qui pourraient fausser les mesures de la masse volumique et de vitesses de propagation d'ondes qui sont utiles pour le calcul du module d'élasticité. Afin de contourner ces problèmes, le polissage est effectué en plusieurs étapes. La première étape consiste à l'utilisation de papier revêtu de poudre de carbure de silicium de grade 320, ce qui efface les grosses aspérités. Par la suite on augmente le grade de 800 à 1200 afin d'éliminer les petites irrégularités de la taille d'une rayure.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Etant donné que la structure du matériau peut varier selon l'axe dans lequel on découpe l'éprouvette, nous avons réalisé des échantillons au moins dans les trois axes principaux (x, y, et z). Malgré toutes ces précautions de départ, la variation de la structure interne peut affecter la mesure du module de Young. De même, à force de vouloir contourner les problèmes par la sélection d'un type de structure, on finit par créer un matériau différent du matériau originel.
Les mesures de ténacité effectuées dépendent fortement de la zone où sera faite l'indentation ou la fissure. Dans le cas d'une entaille SENB, la fissure ne s'initie pas au moment du test et la valeur de la ténacité mesurée correspond au seuil de propagation en Mode I de cette fissure.

2-7- L'analyse statistique des données

L'analyse statistique des données est basée sur le calcul des moyennes arithmétiques et des erreurs types en considérant chaque matériau comme étant soit un ensemble d'échantillons, soit un ensemble de points, chaque point étant considéré comme un échantillons propre. Ces deux méthodes ont un intérêt dans l'évaluation de l'hétérogénéité du matériau. Plus elles produisent des valeurs proches, plus la roche est homogène. L'homogénéité ne devant pas être confondue à l'isotropie.

2-7-1- Le calcul des moyennes

Méthode de la somme des échantillons

$$\mathbf{X_{moy\ (roche)} = \sum X_{moy\ (éch)} / n_{\ (éch)}}$$

Méthode de la somme des points

$$\mathbf{X_{moy\ (roche)} = \sum X_{\ (point)} / n_{\ (points)}}$$

X_{moy} (roche) = valeur de la dureté, élasticité ou ténacité par roche (sur site ou gisement)
X_{moy} (éch) = moyenne des mesure pour chaque échantillon (somme
X (point) = valeur mesurée
n (éch) = nombre d'échantillons
n (points) = nombre de points de mesure par roche (sur site ou gisement)

L'intérêt de la différenciation de ces deux méthodes de calcul des moyennes est l'observation de probables variations dans la valeur moyenne de la dureté et l'évaluation de l'importance relative des hétérogénéités des matériaux. En effet, à nombre égal d'échantillons et de points de mesure par site ou gisement, plus la roche est hétérogène, plus les valeurs extrêmes des mesures sont éloignées.

En considérant chaque point comme une partie propre d'une roche, on multiplie le nombre d'échantillons et la mesure obtenue est représentative de la méthode de mesure appliquée. Cette méthode de calcul engendre un éloignement croissant des valeurs extrêmes obtenues lorsque le nombre de points de mesure croît.
En théorie, les valeurs moyennes calculées par échantillon devraient être plus faibles que celles obtenues par points. En effet,

$$\mathbf{X_{moy\ (roche)} = \sum X_{moy\ (éch)} / n_{\ (éch)} \quad or\ X_{moy}\ (éch) = \sum X'_{\ (point)} / n'_{\ (points)}}$$

$$\mathbf{= \sum\ (\sum X'_{\ (point)} / n'_{\ (points)}\ ) / n\ (éch)}$$

avec ∑X' (point) = somme des valeurs mesurées par échantillon et N' = nombre de points par échantillon.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Cette méthode consiste alors à faire une moyenne des valeurs obtenues par la méthode de la somme des points. Par conséquent, l'erreur type devrait être plus élevée.

2-7-2- L'erreur type ou précision de la moyenne

Il permet d'examiner la dispersion des mesures ou leur pertinence. Plus la valeur de l'erreur type est grande, moins les mesures sont convergentes ; par conséquent la corrélation valeur calculée-matériau devient arbitraire et peu objective. Nous considérerons au cours de nos analyses qu'une valeur moyenne calculée est représentative de la matière lorsque l'erreur type représente moins de 5 % de cette valeur calculée : soit un indice de confiance d'au moins 95 %. En fait, la précision va dépendre de la taille de l'échantillon et de la dispersion de la population.

Soient *n* le nombre d'individus dans l'échantillon et σ l'écart type de la population
Alors, la précision de la moyenne peut être mesurée par un écart type sur la moyenne:

$$\sigma\left(\overline{X}\right)=\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

La précision sur la valeur moyenne sera donc d'autant meilleure que la population sera peu dispersée (σ petit) et l'échantillon grand (*n* grand).

3- Les résultats d'analyses et interprétations

3-1- Les résultats de la dureté Vickers

3-1-1- Synthèse sur la dureté Vickers des roches métamorphiques

Les roches métamorphiques analysées au cours de cette étude proviennent des zones de cisaillements nord et sud armoricains. Leur exploitation ne s'est faite qu'au cours de la phase finale du Mésolithique breton. Il s'agit d'ultramylonites et de cataclasites sud armoricaines et nord armoricaines.

3-1-1-1- Les ultramylonites et cataclasites sud armoricaines

Les valeurs moyennes de dureté Vickers sont répertoriées dans le tableau 70. On y note un écart peu significatif entre les valeurs de dureté calculées selon les deux modèles d'analyse statistique (Fig. 192). Les erreurs type sont en général inférieur à 5%. La corrélation entre les points de mesure est forte. L'échantillonnage couvre la diversité structurale de l'ensemble de la roche quelque soit le site ou le gisement.

Les différences de dureté observée entre les sites et gisements d'ultramylonites et cataclasites témoignent de la complexité de la microstructure de ces roches. La déformation n'étant pas homogène le long du Cisaillement Sud Armoricain, il est évident qu'elle n'aura pas engendré des matériaux à duretés identiques. Deux grands ensembles de valeur s'observent :

- le premier groupe est constitué de sites ou gisements présentant une dureté Vickers moyenne (Hv_{moy}) comprise entre 6,5 ± 0,3 et 7,4 ± 0,3 GPa

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

- le second groupe, plus étalé, va de 4,0 ± 0,3 à 6,0 ± 0,3 GPa.

Ces deux ensembles constituent-ils des zones de déformation différentielle ? Si oui peut-on affiner l'échelle de différenciation ?

Une cartographie de la position géographique du premier ensemble de mesures montre une décroissance de la dureté Vickers suivant une direction NW-SE. Ce constat pourrait signifier une diminution de la déformation cataclastisque le long de cette zone de cisaillement dans la direction sus-citée, ce qui engendrerait l'héritage de structures faillées ou bréchifiées. En effet, plus on s'éloigne de la zone de resserrement entre les bras nord et sud du Cisaillement Sud Armoricain, plus la valeur moyenne de la dureté Vickers calculée est élevée. Cette hypothèse fera l'objet d'une vérification au niveau des propriétés élastiques, de la ténacité et de l'étude microstructurale.

Au sein du premier ensemble de mesures, apparaissent un site côtier (Kervoën) et un site de l'intérieur de terres (Le Rest). Le site de Kervoën présente une valeur Hv_{moy} comprise entre celles du site de La Villeneuve et celle du gisement géologique de Keriou-saint-Maur. L'on peut avancer l'hypothèse que les ultramylonites exploitées à Kervoën proviendraient de la zone comprise entre les deux sites sus-mentionnés. Les populations du site du Rest auront quant à elles fait l'acquisition de roches ne pouvant provenir que de la partie comprise entre La Pointe du Raz et le site de le site de Creac'h Miné Vihan. Ces informations sont cohérentes avec les positions géographiques de ces sites, les zones « d'exploitation » ou d'échange représentant le trajet le plus direct aux sources.

L'anomalie observée sur les mesures d'ultramylonites et cataclasites du site de Kerboudou est une limite aux hypothèses précédentes. En effet, malgré sa forte proximité du site de Creac'h Miné Vihan, la dureté Vickers moyenne est très faible (4,0 ± 0,3 – 4,3 ± 0,2 GPa). Doit on imputer ces valeurs au modèle de déformation de la roche ? Si oui, pourquoi observe-t-on une structuration différente ? Nous ne pourrons répondre à ces interrogations qu'à la suite de l'analyse des autres propriétés. Néanmoins, les microstructures observées sur les échantillons de Kerboudou montrent de fortes phases de plissement de la foliation et de fissuration de la roche (filons de quartz). La proximité de Kerboudou et de Kervoën conforte l'idée d'une interprétation difficile des propriétés de roches hétérogènes. La déformation locale des matériaux passe par des zones de faible déformation à des zones de forte déformation. Les échantillons de Kerboudou sont un exemple de ce caractère variable de la déformation. L'idée d'une variation graduelle à l'échelle de la zone de cisaillement des propriétés reste malgré tout un fait indéniable.

3-1-1-2- Les cataclasites nord armoricaines

Communément appelées ultramylonites de Mikaël, elles n'affleurent qu'au niveau du cisaillement nord armoricain, essentiellement dans la commune de Plougonven. Rappelons que leur origine (gneiss), est différente de celle des cataclasites sud armoricaines (granodiorite et granite à tendance granodioritique). Nous avons principalement analysé des échantillons provenant de l'affleurement de Le Cosquer (Plougonven, Finistère) (Tabl. 71).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 70. Valeurs moyennes de dureté Vickers mesurées sur ultramylonites et cataclasites sud armoricaines. Statistiques comparées de calcul des moyennes selon les méthodes moyennes des points et moyenne des échantillons par site ou gisement analysé.

Ultramylonites et cataclasites	Roche=Σéchantillons		Roche=Σpoints	
	Hv_{moy} (GPa)	σ (Hv_{moy})	Hv_{moy}(GPa)	σ (Hv_{moy})
Creach Miné Vihan	7,3	0,4	7,2	0,2
Cosqueriou-an-Eac'h	6,5	0,3	6,6	0,2
Kerboudou	4,0	0,3	4,3	0,2
La Villeneuve	6,9	0,2	6,9	0,2
Keriou-Saint-Maur	7,4	0,3	7,3	0,2
Kerrigo	4,8	0,1	5,0	0,2
Kervoën	7,1	0,2	7,1	0,1
Le Rest (seul éch.1)	6,0	0,3	6,0	0,3

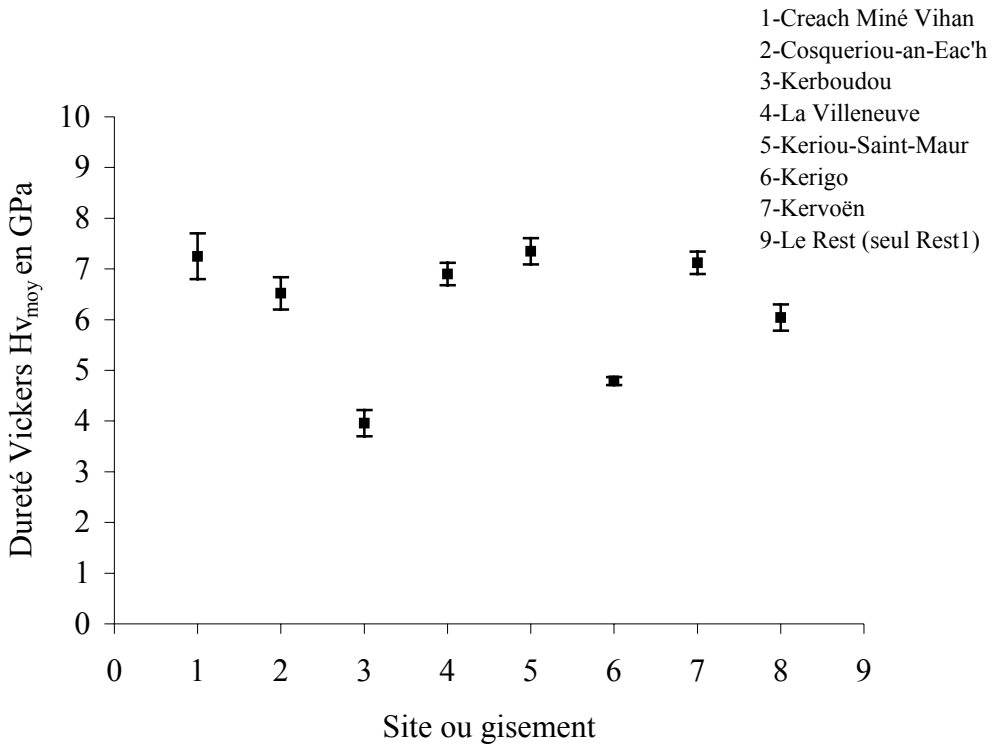


Fig. 192. Variation de la dureté Vickers des ultramylonites et cataclasites sud armoricaines

Tabl. 71. Valeurs moyennes de dureté Vickers mesurées sur cataclasites nord armoricaines. Statistiques comparées de calcul des moyennes selon les méthodes moyennes des points et moyenne des échantillons par site ou gisement analysé.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Hv_{moy} Cataclasite Mikael	Roche=Σéchantillons		Roche=Σpoints	
	Hv_{moy} (GPa)	σ (Hv_{moy})	Hv_{moy}(GPa)	σ (Hv_{moy})
Le Cosquer	5,9	0,4	5,9	0,2

Tout comme dans le cas des ultramylonites et cataclasites sud armoricaines, l'erreur type sur la mesure de la dureté Vickers des cataclasites nord armoricaines a un indice de confiance supérieur à 95 % si l'on considère l'ensemble des points de mesure. Cette valeur est inférieure aux valeurs moyenne de dureté dans la partie sud-est du Cisaillement Sud Armoricain, mais supérieure à celle de la partie nord-ouest. Il est par conséquent important d'évaluer les propriétés des matériaux exploités dans la partie ouest du Finistère tels les microquartzites affleurant le long de l'Elorn ou les grès éocènes de la région de Kervouster. La grande variation des mesures, observée sur la figure ci-dessous (Fig. 193), montre toute la complexité de la microstructure de ce matériau.

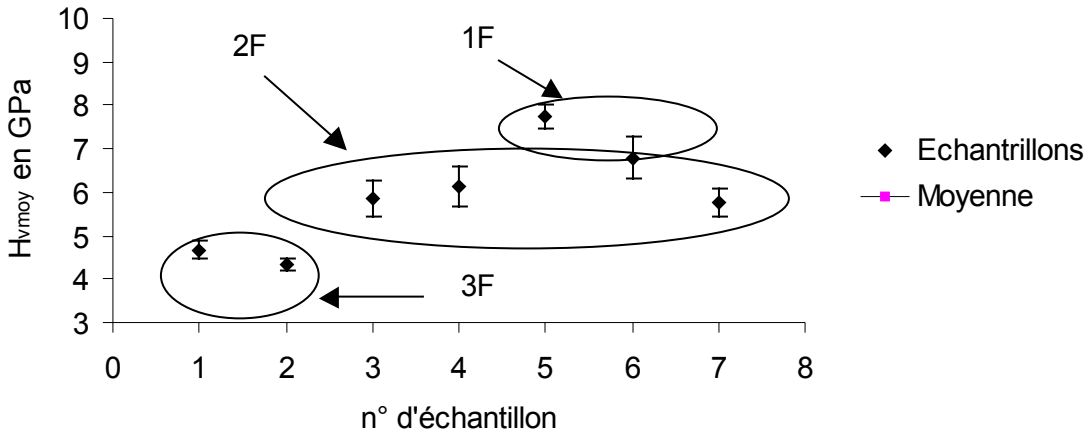


Fig. 193. Variation de la dureté Vickers des cataclasites du Cisaillement Nord Armoricain

En classant les échantillons suivant la taille des cristaux ou grains, leur organisation et l'énergie de cohésion relative entre les grains, il s'avère que les faciès observés sur la figure 193 représentent différents degrés d'homogénéisation et de cohésions des éléments constitutifs. Ces termes empruntés à la description des roches sédimentaires siliceuses ou calcaires nous permettent de montrer que plus le grain de la roche est fin, plus la roche sera dure. Plus les grains sont liés, plus la roche est dure. En définitive, du faciès 1F (grains fins à moyen peu isolés) aux faciès 3F (grains grossiers et isolés), on note une baisse de la dureté.

3-1-1-3- Les microquarzites FL

Les échantillons de microquarzites présentent des microstructures assez variables plus ou moins bien organisées et cohésives. L'apport des critères structuraux sur la mesure de la dureté semble obéir à un ordre bien établi.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La densité de la phase microcristalline ou amorphe est le critère le plus significatif qui contraint la mesure de la dureté, plus elle est élevée, plus le matériau sera dur. En deuxième position, le critère de taille des grains et la cohésion intercristal fait croître la valeur de la dureté (une microstructure entièrement microcristalline à grains jointifs présentera le dureté la plus forte). A l'inverse de ces deux premiers critères, un troisième, la déformation, tend à réduire la valeur de la dureté. Cette réduction est peu significative si suite à la phase de déformation, succède une ou plusieurs phases de recristallisation.

Tabl. 72. Moyennes de la dureté Vickers des microquarzites type FL

Hv_{moy} microquarzites	Roche=Σéchantillons		Roche=Σpoints	
	Hv_{moy} (GPa)	σ (Hv_{moy})	Hv_{moy}(GPa)	σ (Hv_{moy})
Le Crann	7,6	0,8	7,5	0,3

A l'instar des matériaux métamorphiques précédemment analysés, la méthode de la moyenne des points permet de mieux corréler les données entre elles. La valeur moyenne de dureté Vickers est au moins à 95 % de chance proche de(s) valeur(s) caractéristique(s) de l'ensemble de la matière (Tabl. 72).

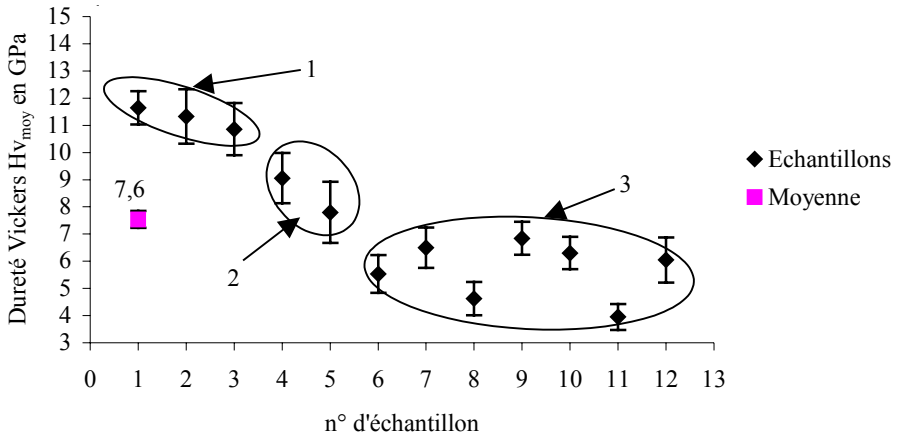


Fig. 194. Catégorisation des valeurs de dureté Vickers des microquarzites type FL.

La relation entre tous les paramètres structuraux décrits plus haut permet de regrouper les échantillons mesurés en microfaciès bien corrélés (Fig. 194). Plus l'organisation des grains est unimodale ou bien triée et l'espace inter-granulaire faible, plus la dureté sera élevée. Cette dureté s'accroît encore plus lorsque la phase quartzeuse microcristalline ou calcédonieuse cryptocristalline augmente, et aussi lorsque le point de mesure se situe à la surface d'un mégaquartz : ce qui correspondrait assez bien avec les mesures notées 1F sur la figure 194.

3-1-1-4- Résumé sur la dureté Vickers des roches métamorphiques

La forte hétérogénéité des roches métamorphiques et leurs natures différentes est une limite à l'évaluation de leur dureté réelle. Nous ne pouvons ici qu'estimer des intervalles de valeurs avec un indice de confiance suffisamment élevé (**≥ 95 %**). Les modèles de calcul des

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

moyennes, malgré les différences observées au niveau des erreurs types, permettent d'approcher la valeur moyenne la plus représentative de la roche.
Une projection graphique de toutes ces moyennes de dureté Vickers Hv_{moy} (Fig. 195) permet de proposer une pré-hiérarchisation (avant dépouillement des données d'élasticité et de ténacité).

Les microquarzites type FL observés sur les gisements du Crann (La Forest Landerneau, Finistère) et Kéradoret (Landivisiau, Finistère) offrent une résistance à la pénétration en moyenne supérieure à celle des ultramylonites et cataclasites du Cisaillement Sud Armoricain, de même que les cataclasites nord armoricaines (Fig. 195). Cette hiérarchisation entre roches ne dessine pas un modèle identique ou similaire à celui des faciès ou microfaciès structuraux. Les chevauchements des valeurs entre les divers faciès de roche s'accentuent. C'est le cas entre les faciès notés 3F dans le cas des microquarzites FL et du faciès 1F des cataclasites nord (cataclasites de Mikaël).

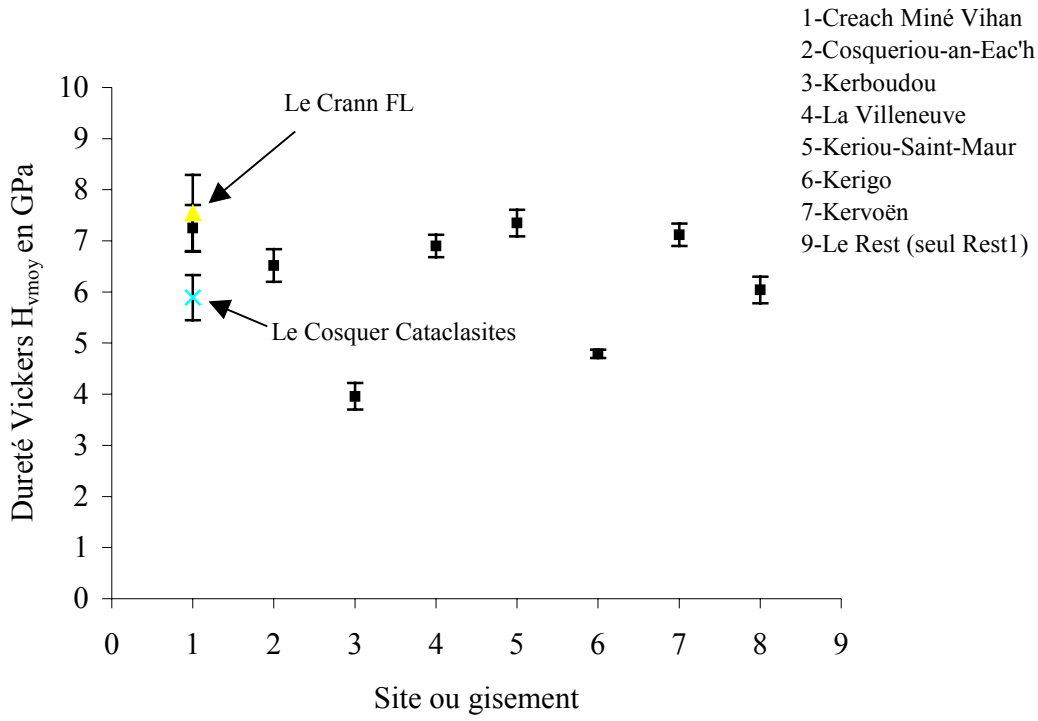


Fig. 195. Analyse comparée des moyennes de dureté Vickers des principales roches métamorphiques des cisaillements nord et sud armoricains

Les mesures obtenues dans le faciès 1F des microquarzites FL sont sensiblement égales à celles de la dureté Vickers d'un cristal de quartz, ce qui s'explique par la présence de mégacristaux bien formés. La mesure de la dureté étant locale, les essais effectués dans des zones d'échantillon riches en mégaquartz donnent des résultats très élevés.
La combinaison de ces données avec celles des ultramylonites et cataclasites du CSA à l'échelle des échantillons est plus complexe. Allant de **3,4** à **8,3 GPa** de moyenne, ces valeurs de dureté témoignent de toute la complexité de la déformation qui s'est produite au niveau du CSA au cours de l'Hercynien, contrairement à celle du CNA datant de l'orogenèse cadomienne (750-450 Ma). Les faciès cataclasites (exemple de Keriou-st-Maur) de la branche sud du Cisaillement Sud Armoricain sont moins durs que les faciès d'ultramylonites à

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tendance cataclasitique (exemple de Creac'h Miné Vihan et La Villeneuve) de la Branche Nord du même cisaillement.

3-1-2- Synthèse sur la dureté Vickers des roches sédimentaires

3-1-2-1- Les Silex

Le traitement des mesures de la dureté Vickers sur les silex fait l'objet d'une analyse beaucoup plus complexe du fait de l'éloignement entre les zones d'affleurement et leur nature géographique ou morphologique. Les galets littoraux affleurant sur le littoral breton, les dalles de silex du littoral des Pays de La Loire ou les silex normands aux travers de leurs processus de formation (degré de silicification) et de déformation (modifications post déposition) présentent des propriétés différentes. Le silex est le matériau le plus exploité au sein des industries lithiques préhistoriques. Peut-on en déduire que ses paramètres mécaniques moyens représentent les meilleures propriétés ?
Les précisions sur la moyenne de la dureté sont généralement meilleures que celles obtenues sur les matériaux métamorphiques analysés précédemment.
Les duretés mesurées sur les galets de silex de la Baie d'Audierne (Fig. 196) sont quasi constantes, les microstructures étant assez identiques. La cohésion des grains est aussi forte que celle des silex de calcaires de la Baie de Caen (St-Pair1') (Fig. 197). Les cycles de transport-déposition par les courants marins n'ont pas altéré la qualité mécanique en volume de la matière, même si l'aspect externe est altéré, soit par des cupules de gel, soit par la forme émoussée de certains galets, soit par le lessivage (patine blanche).

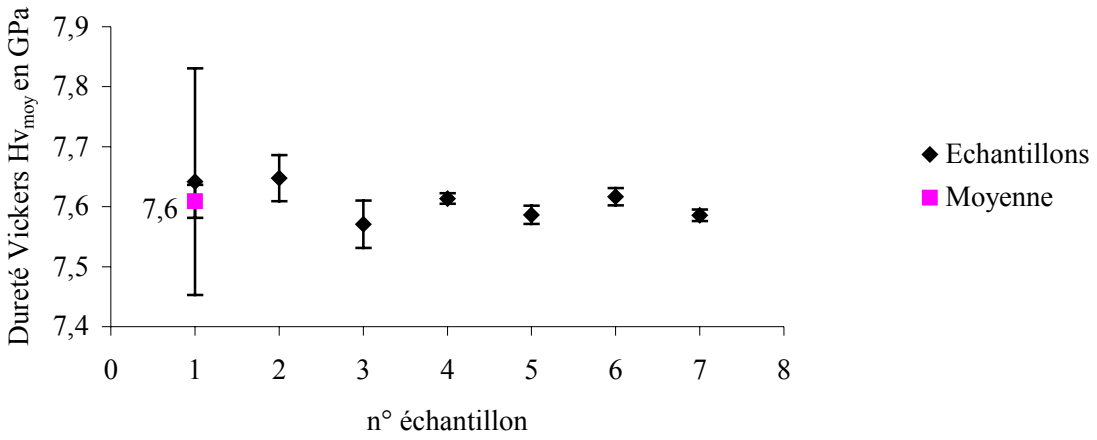


Fig. 196. Variation de la dureté Vickers moyennes par échantillon de silex de la Baie d'Audierne.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

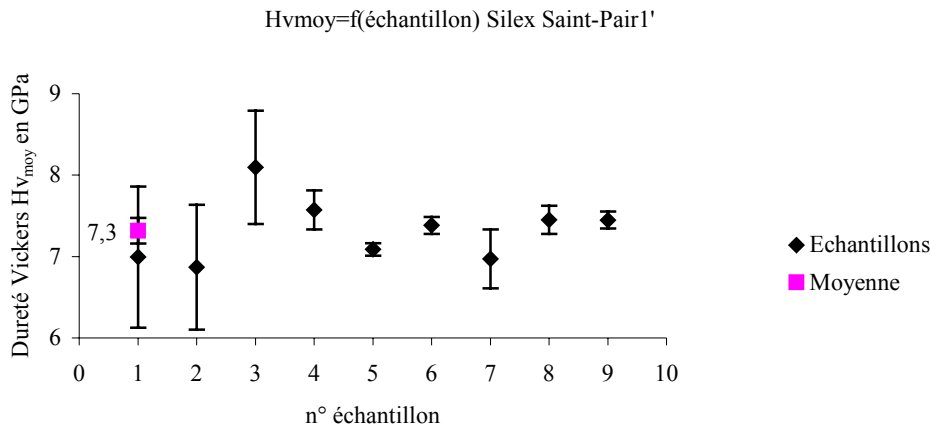


Fig. 197. Variation de la dureté Vickers moyennes par échantillon de silex de la vallée du Saint-Pair.

Le littoral des pays de la Loire est parsemé de nombreux blocs de silex possédant un cortex épais et des zones sous-corticales présentant de nombreuses figures de désilicification. Aux Moutiers-en-Retz (Fig. 198), lorsque la désilicification est forte, elle entraîne une baisse de la dureté et vice et versa. Ainsi les faciès clairs ont une dureté plus élevée que celle des faciès sombres altérés (désilicifiés).

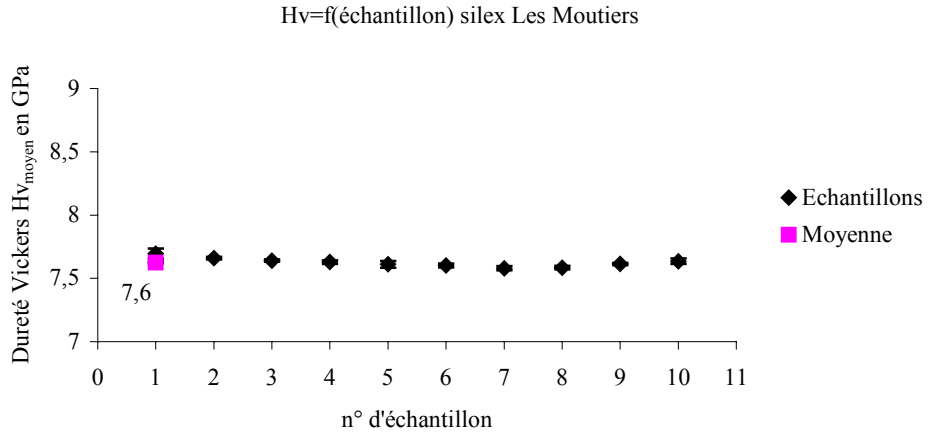


Fig. 198. Variation de la dureté Vickers moyennes par échantillon de silex de la plage des Moutiers-en-Retz.

Deux sous-types de silex ont été analysés parmi les échantillons des Rânes : un premier à forte silicification (Rânes 2) (Fig. 200) et un second altéré (Rânes 1) (Fig. 199). Il est question dans cette démarche d'exprimer mécaniquement l'influence du degré de silicification sur la qualité de ces matériaux. Si les silex des Rânes 2 sont faiblement altérés, ils montrent néanmoins une variation plus forte de la dureté au sein d'un échantillon, ce qui est l'inverse pour les échantillons de Rânes 1. Contrairement aux observations faites aux Moutiers-en-Retz, les faciès altérés ont une dureté moyenne plus élevée que celle des faciès non altérés. Il s'agit probablement d'une différence due au degré de silicification initiale. En l'absence d'un échantillonnage exhaustif dans la zone d'affleurement, il est difficile de discuter de la variation dans l'espace des mesures.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

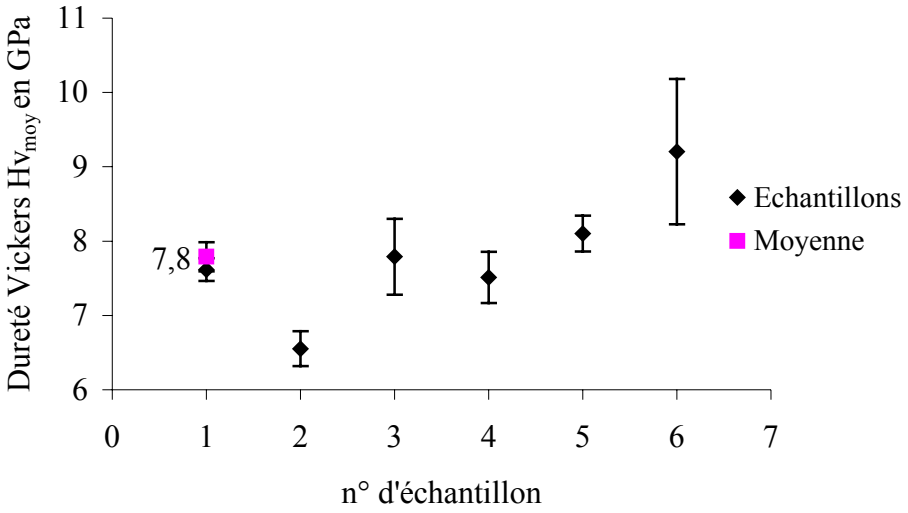


Fig. 199. Variation de la dureté Vickers moyennes par échantillon de silex des Rânes 1.

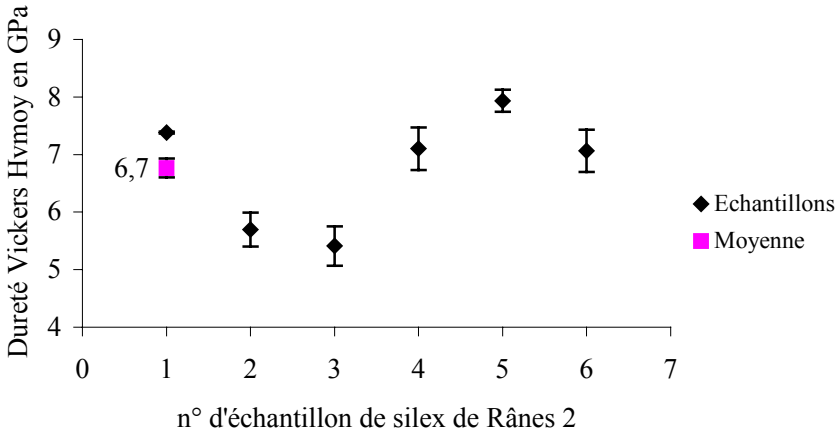


Fig. 200. Evolution de la dureté Vickers du silex de Rânes 2.

Les affleurements d'argiles à silex des Moutiers-en-Cinglais (Calvados) présentent des silicifications à dureté très élevée (Fig. 202) par rapport à l'ensemble des silex étudiés au cours de ces travaux. L'homogénéité des mesures est aussi plus forte, et on observe une croissance de la dureté en lien avec une baisse de la taille des mégacristaux. La vitesse d'usure de ce silex au cours de l'utilisation est moins élevée que celle des silex rencontrés sur le littoral armoricain. Ces constats sont valables pour les silex des affleurements de Rônai (Fig. 201) situés un peu au sud des Moutiers-en-Cinglais.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

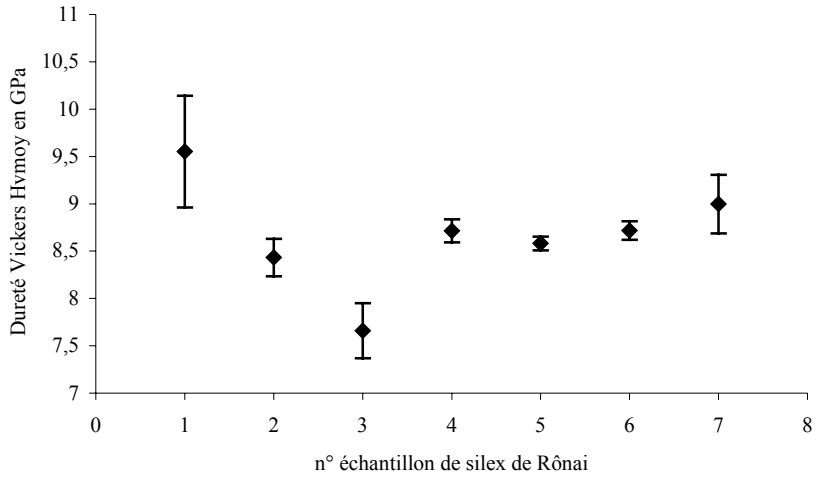


Fig. 201. Variation de la dureté Vickers moyennes par échantillon de silex de Rônai.

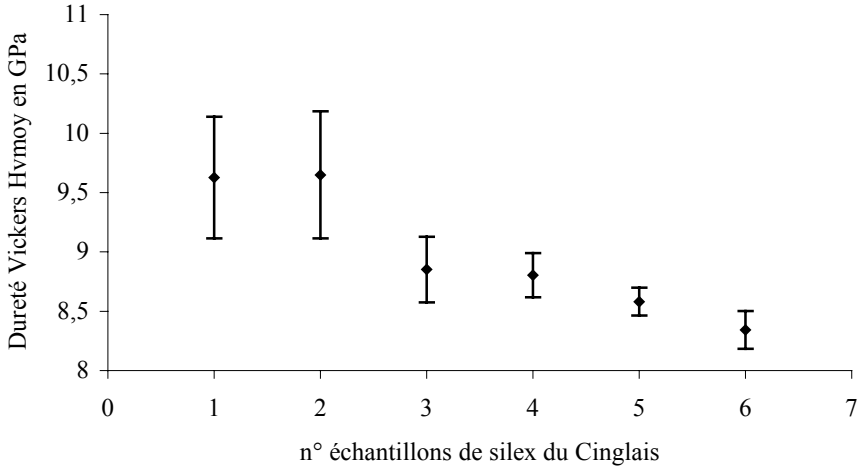


Fig. 202. Variation de la dureté Vickers moyennes par échantillon de silex des Moutiers-en-Cinglais.

La dureté Vickers des silex est généralement supérieure à **6,8 ± 0,4 GPa** (Tabl. 73 et Fig. 203). Elle est par conséquent plus élevée que celle des ultramylonites, cataclasites et microquarzites.

L'exploitation des résultats de dureté Vickers obtenus sur les silex du littoral et de l'extrémité Est du Massif armoricain est rendue difficile du fait même de la nature de ces roches. Les formations sédimentaires résiduelles à silex de la partie Est présentent une variabilité des faciès plus importante que celle des galets et blocs des cordons du côté atlantique. Le brassage marin a sans doute un rôle important dans cette « homogénéisation » des textures. Les silex des cordons littoraux ont en général une dureté moyenne ***≈ 7,6 ± 0,01 GPa*** *alors que cette valeur moyenne est très variable dans les argiles à silex normandes. Lorsque la diagenèse est forte et homogène, elle entraîne la formation de matériaux très durs (exemple des silex du Cinglais). Ainsi, la valeur mesurée de la dureté augmente pour tendre vers la valeur théorique de la dureté du quartz (****Hv ≈ 11,8 ± 0,02 GPa****). Cette valeur élevée de la*

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

dureté traduit sans doute une faible variation des variétés cristallographiques de la silice présents et de taille des grains (Tabl. 73 et Fig. 203). En effet, la constance de la minéralogie engendre une constance de la réponse mécanique

Tabl. 73. Synthèse des valeurs moyennes de dureté Vickers des principaux affleurements de silex analysés.

	Roche=Σéchantillons		Roche=Σpoints	
Hv_{moy} Silex	**Hv_{moy} (GPa)**	**σ (Hv_{moy})**	**Hv_{moy}(GPa)**	**σ (Hv_{moy})**
Audierne/Penhors	7,6	0,01	7,6	0,02
Rânes1	7,7	0,4	7,8	0,2
Rânes2	6,8	0,4	6,8	0,2
Moutiers	7,6	0,01	7,6	0,01
Saint-Pair1'	7,3	0,1	7,3	0,2
Cinglais	9,0	0,2	9,0	0,2
Rônai	8,7	0,2	8,7	0,1

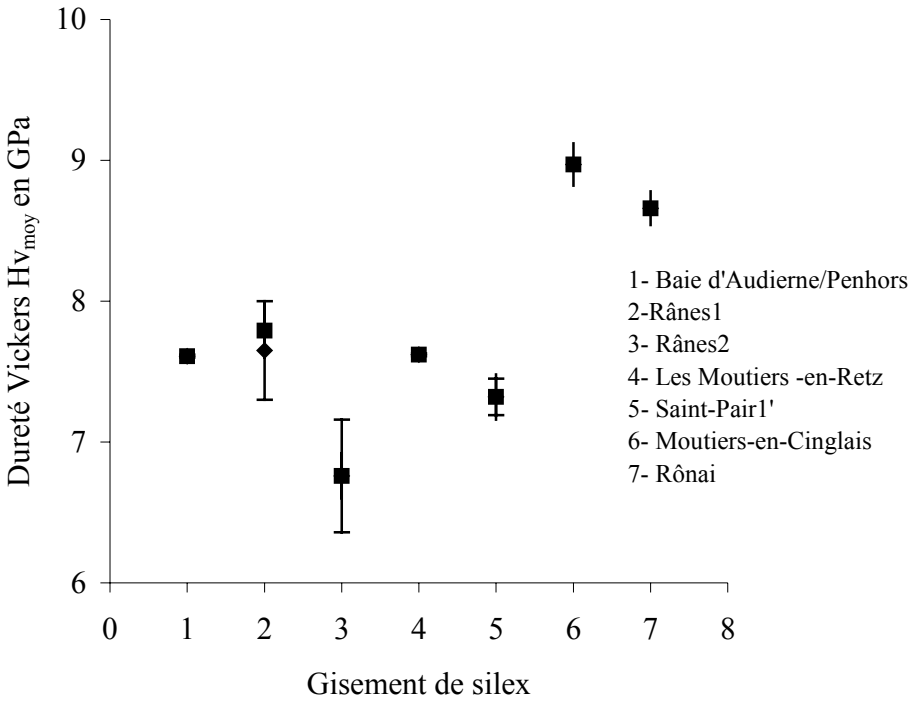


Fig. 203. Evolution de la moyenne de la dureté suivant les affleurements de silex du littoral armoricain et des bassins sédimentaires bas-normands

3-1-2-2- Les phtanites

Les échantillons de phtanites proviennent des trois provinces analysées dans la partie géologique de ces travaux. Ils présentent des structures assez différentes les unes des autres. Les valeurs d'erreur type sont légèrement supérieures à celles obtenues sur les silex et les quartzarénites. La précision est par contre toujours meilleure que celle de l'ensemble des roches métamorphiques répertoriées dans ces travaux.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

On constate également qu'une forte différence existe entre les phtanites bretonnes (région de Callac : Rudunos et Kerhuellan), les phtanites vendéennes (Sauzinière) et ceux de la Manche (Coutances), et ce tant par la dureté Vickers que par la précision sur la moyenne (Tabl. 74).

Tabl. 74. Dureté Vickers moyenne des principales formations de phtanites armoricains

Hv_{moy} phtanites	Roche=Σéchantillons		Roche=Σpoints	
	Hv_{moy} (GPa)	σ (Hv_{moy})	Hv_{moy}(GPa)	σ (Hv_{moy})
Coutances	6,9	0,2	6,9	0,2
Kerhuellan	5,4	0,3	5,4	0,2
Rudunos	5,5	0,2	5,5	0,2
Sauzinière	6,8	0,1	6,8	0,1

En Bretagne, la dureté Vickers moyenne des phtanites oscille autour de **5,4 ± 0,2 GPa** (Fig. 204 et Tabl. 74), alors qu'elle est de **6,8 ± 0,1 GPa** en Vendée et de **6,9 ± 0,2 GPa** en Manche. Les phtanites de la Manche sont alors plus cohésives que les premières. La mesure de l'élasticité de ces matériaux et de l'isotropie nous permettront peut-être dans la suite de notre analyse d'évaluer la pertinence de ces duretés. La structure plus fine des échantillons de Coutances et de La Sauzinière est sans doute à l'origine des valeurs élevées de dureté Vickers.

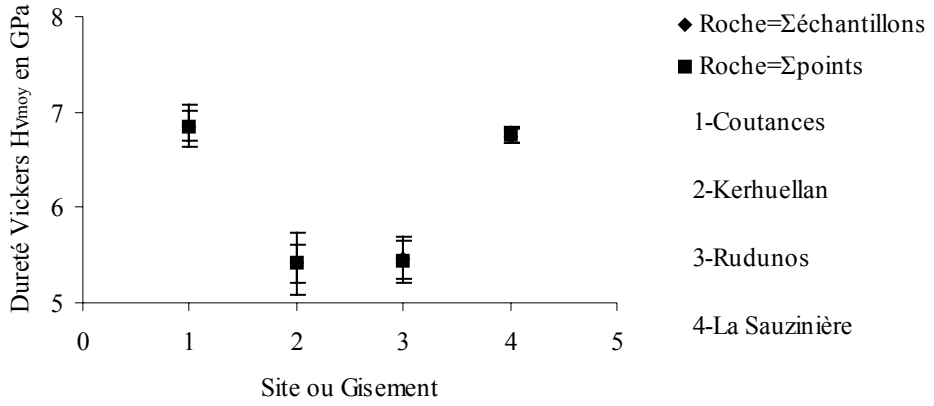


Fig. 204. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers des principales formations à phtanites armoricains

3-1-2-3- Les grès éocènes

Les grès éocènes affleurant à la surface du massif armoricain sont des silicifications datées de l'Eocène. Les différences dans la dureté Vickers relèvent de la proportion relative de la phase siliceuse constituant la matrice et de la phase macrocristalline quartzeuse. Les valeurs de dureté moyenne mesurées sur les échantillons de grès provenant de la région de Loire-Atlantique(Montbert3/Moulin bleu) et de Vendée (Gresay) (Tabl. 75) varient en raison du

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

degré de latéritisation des sédiments sableux originels. La forte convergence des données est une constante de ces silicifications, les écarts entre les valeurs sont faibles comme dans le cas des silex, et dans une moindre mesure comme pour les phtanites. L'absence de déformation post-déposition est sans doute une clé de la compréhension de cette stabilité.

Tabl. 75. Moyennes de la dureté Vickers de quelques grès éocènes sur le Massif armoricain

	Roche=Σéchantillons		Roche=Σpoints	
Hv_{moy} grès éocènes	**Hv_{moy} (GPa)**	**σ (Hv_{moy})**	**Hv_{moy}(GPa)**	**σ (Hv_{moy})**
Montbert3	7,3	0,1	7,4	0,1
Gresay	8,1	0,2	8,4	0,1
Kervouster	7,4	0,1	7,4	0,1
Le Bois du Rocher	7,1	0,1	7,1	0,1
Plouhinec	7,8	0,0	7,8	0,2

La compréhension de la variation de la dureté de ces grès Eocène à l'échelle du Massif armoricain est difficile du fait du nombre très important d'affleurements géologiques. Cependant, les analyses réalisées sur les grès provenant des Pays de la Loire et ceux de la Bretagne donnent des valeurs de dureté Vickers plus élevées pou les premiers cas précis des faciès fins de Gresay). Les mesures sur les échantillons notés Montbert3 sont en effet très proches de celles de Kervouster en Bretagne (Fig. 205 et Tabl. 75). L'hétérométrie élevée de la structure de la roche observée en lames minces est peut-être la source principale de cette baisse de la dureté.

A Gresay, la matrice est très riche en calcédoine, qui de par sa nature minéralogique différente et sa forte proportion dans les différents grès, contribue aux écarts observés.

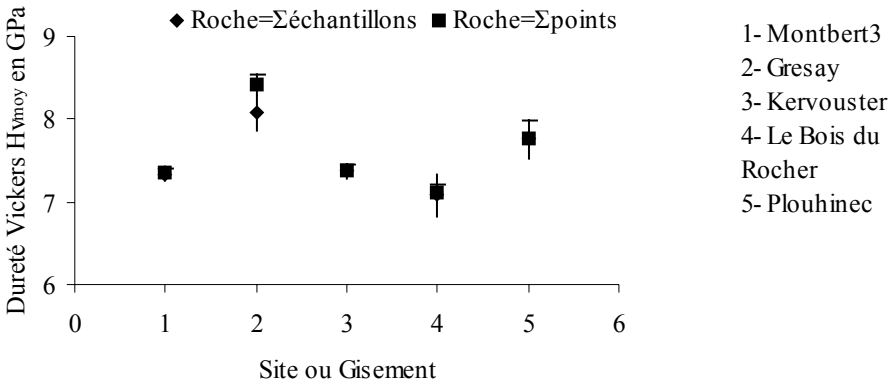


Fig. 205. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers de quelques grès éocènes du Massif armoricain

3-1-2-4- Les quartzarénites de Montbert

Nous avons choisi de traiter à part les quartzarénites de Montbert (Loire-Atlantique) (prélèvements effectués au niveau de l'église de la dite localité), en raison de la présence de faciès très fins rencontrés uniquement à cet endroit (*cf.* § 3ème partie, *3-1-2-1*). Cette différenciation préalablement faite au cours de l'étude géologique de ce gisement nous permettra d'observer de probables variations de la dureté en fonction de la dimension des

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

grains du sédiment originel et du degré de silicification. A l'instar de certains grès Eocène affleurant à Montbert et sur le site de Gresay, les quartzarénites de Montbert proviennent de la silicification de sables-argileux yprésiens de la région.

Tabl. 76. Moyenne de la dureté Vickers des quartzarénites de Montbert

Hv_{moy} Quartzarénites	Roche=Σéchantillons		Roche=Σpoints	
	Hv_{moy} (GPa)	σ (Hv_{moy})	Hv_{moy}(GPa)	σ (Hv_{moy})
Montbert/Eglise	8,0	0,4	8,0	0,2

Malgré la maturité du sédiment originel identifiée en microscopie et la valeur moyenne quasi égale à celle des grès éocènes de Gresay, l'erreur type mesurée sur les échantillons localisés à l'église de Montbert est élevée (Fig. 206 et Tabl. 76). En considérant la valeur de dureté calculée par la moyenne des points de mesure, Hv_{moy} est comprise entre **7,9** et **8,2 GPa**, ce qui implique une valeur de limite d'élasticité plus faible dans tous les cas. Nous avons obtenu une dureté presque égale à **7,6 GPa** sur les silex littoraux des Moutiers-en-Retz. Cette valeur est inférieure aux valeurs obtenues sur les deux grands faciès de grès-quartzites affleurant dans la région de Montbert (prélèvements Monbert/Eglise et Gresay). La vitesse d'usure de ces grès est par conséquent moins élevée que celle des silex côtiers. La variation du module d'Young est fortement liée à celle des microstructures. Les micro aciès à hétérométrie forte et à grains grossiers (issus d'un matériel sableux) possèdent une dureté plus élevée que les microfaciès issus d'argiles (Fig. 206).

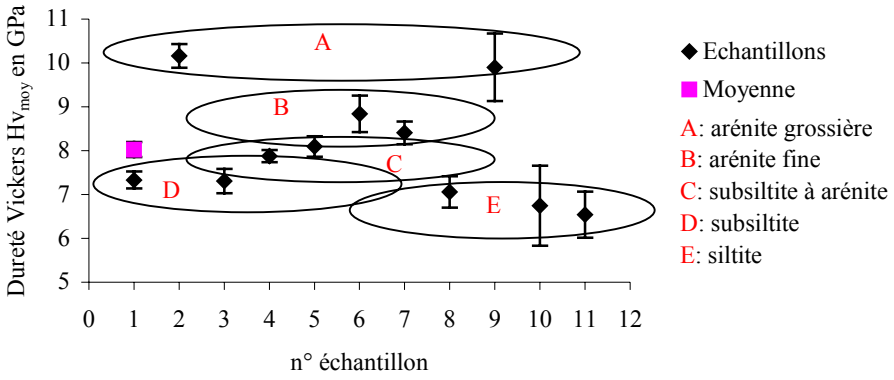


Fig. 206. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers par échantillon de quartzarénites de Montbert (Lieu de l'église).

3-1-2-5- La calcédoine et les silcrètes

Nous avons à analyser dans cette partie des silicifications d'origine sédimentaire et métamorphique. Les calcédoines proviennent essentiellement de la circulation des fluides au sein des zones faillées nord et sud armoricaines.

L'expression de la variabilité des mesures de dureté Vickers obtenue sur ces échantillons montrent bien la forte homogénéisation des structures de ces matériaux. L'exception des calcédoines de Coët Stival est due à sa position en zone déformée. Les silicifications d'origine

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

sédimentaire telles les silcrètes, montrent une variabilité de dureté Vickers très faible (Fig. 207 et Fig. 77).

Tabl. 77. Moyenne de la dureté Vickers des quartzarénites de Montbert

Hv_{moy}	Roche=Σéchantillons		Roche=Σpoints	
	Hv_{moy} (GPa)	σ (Hv_{moy})	Hv_{moy}(GPa)	σ (Hv_{moy})
Les Vergères (silcrètes ferrugineuses)	6,5	0,1	6,5	0,1
Les Vergères (silcrètes)	6,6	0,1	6,5	0,1
La Merlière (silcrètes)	6,6	0,0	6,6	0,0
Le Cottereau (silcrètes)	8,0	0,1	8,0	0,2
Coët Stival (calcédoine)	6,4	1,4	6,1	0,5
Coët Stival Σ(éch1+2)	7,7	0,1	7,7	0,3

Les réponses similaires obtenues sur les silcrètes nous renvoient à leur microstructure qui présente un caractère microcristallin très fort. Les silcrètes du Cottereau contiennent plus de calcédoine que leurs homologues vendéens, et la phase microcristalline quartzitique est moins dense et plus fine. Ces remarques concordent avec celles qui ont été effectuées sur les arénites quartzitiques de Montbert. Lorsque la phase microcristalline est « très fine » et riche en calcédoine, la dureté Vickers mesurée croît.

A l'inverse des silex qui présentent une phase matricielle de nature microcristalline à amorphe plus dense, les forces de liaisons intergranulaires sont en général beaucoup moins élevées dans le cas des calcédoines et des silcrètes. Une analyse détaillée des réponses obtenues sur la calcédoine de Coët Stival montre que la dureté décroît lorsque la quantité de fissures augmente, comme la quantité d'impuretés (oxydes).

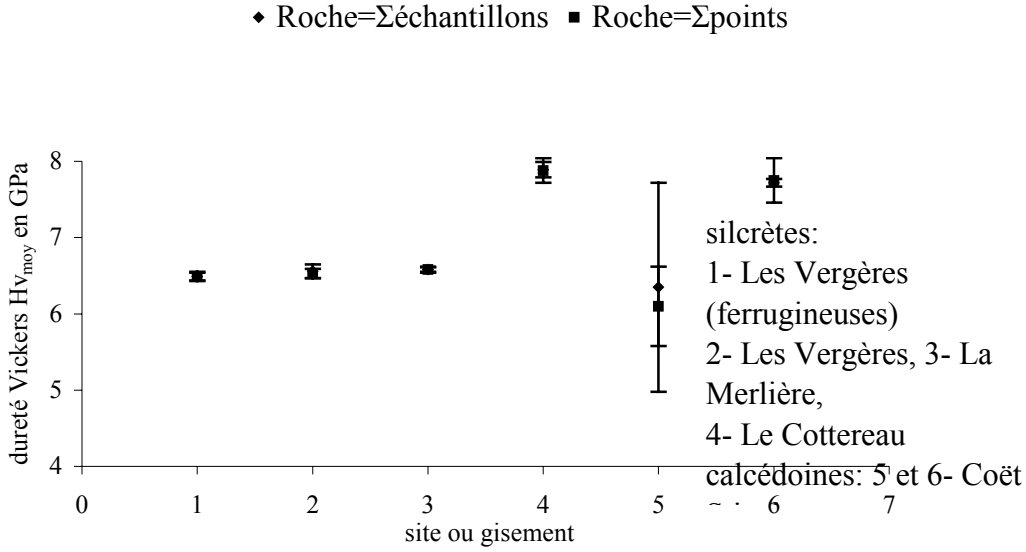


Fig. 207. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers des silcrètes vendéennes et calcédoine morbihannaise

Une tendance générale apparaît dans la caractérisation de la dureté Vickers des roches sédimentaires. Une augmentation de la densité de phase matricielle amorphe engendre une

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

diminution de la valeur de la dureté. La valeur mesurée de la dureté est alors inversement proportionnelle au volume de la phase amorphe.

3-1-3- La dureté Vickers de quelques roches magmatiques et métamorphiques

L'ensemble des roches plutoniques et métamorphiques analysées ont été utilisées au Paléolithique. Elles affleurent sous forme de galets côtiers avec les silex. L'analyse de leurs propriétés mécaniques est destinée à évaluer les raisons de leur absence ou de leur présence théorique au sein des industries du Mésolithique au Néolithique.

La structure microgrenue des microgranites leur confère une force de liaison intergranulaire très forte. La taille du grain, généralement inférieure à 1 mm, et l'absence d'espaces vides procurent aux microgranites une rigidité forte à l'échelle de la microstructure. Le paramètre qui peut altérer cette rigidité est la macrofracturation (diaclases).

Comme certaines roches métamorphiques et sédimentaires analysées au cours de ces travaux, les roches magmatiques exploitées au Paléolithique moyen sur le Massif armoricain montrent une très grande variation dans la mesure de leur dureté Vickers. Les écarts à la valeur moyenne calculée sont très élevés dans le cas des dolérites et des microgranites (roches plutoniques ; Fig. 208 et 209), sans doute en raison de la taille du grain constitutif plus grand que celui des rhyolites et tufs (roches volcaniques) (Fig. 210 et 211). La forte différence entre les duretés Vickers des rhyolites et des tufs est une conséquence de la nature du type de volcanisme. Les rhyolites cristallisent sous forme de petits cristaux (microlithes) (volcanisme caractérisés par des coulées), ce qui leur confère une rigidité proche de celle des roches plutoniques. Les tufs quant à eux sont des cendres volcaniques consolidées et mal cristallisées à très forte perméabilité, d'où leur faible dureté.

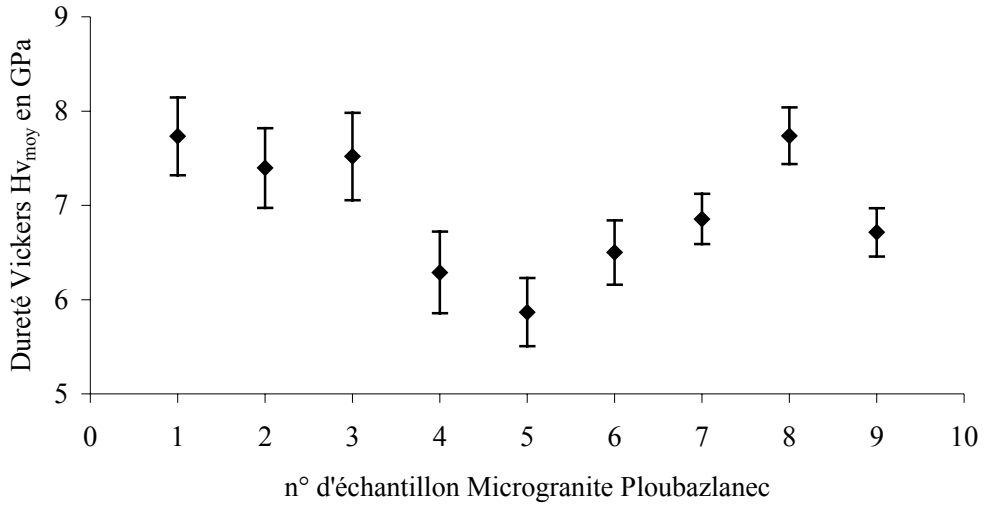


Fig. 208. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers du microgranite de Ploubazlanec

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

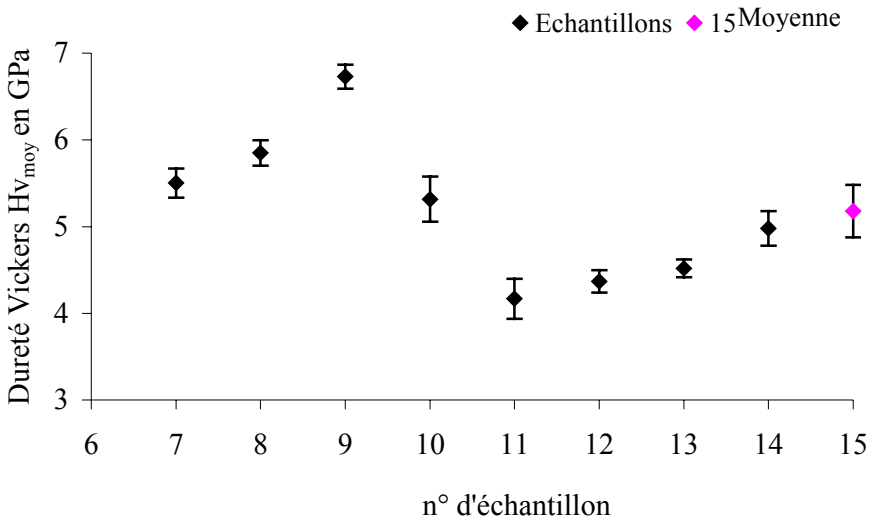


Fig. 209. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers de la dolérite de Ploubazlanec.

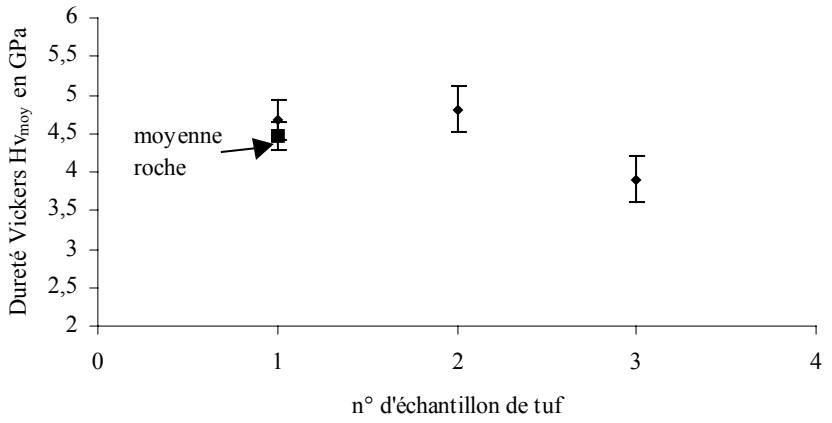


Fig. 210. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers du tuf de Ploubazlanec.

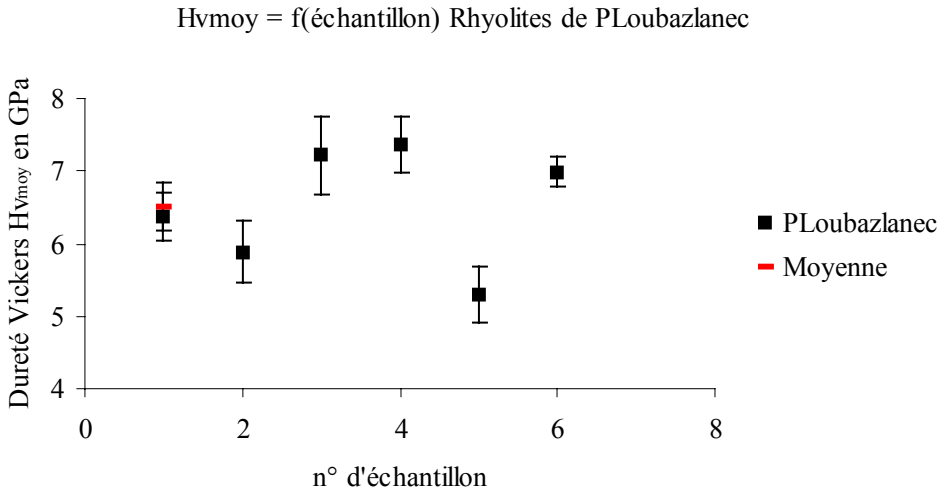


Fig. 211. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers de la rhyolite de Ploubazlanec.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La comparaison de ces matériaux du Paléolithique breton avec la métadolérite type A de Plussulien a pour but d'évaluer une possible utilisation des galets littoraux pour la fabrication du macro-outillage (haches polies) au cours du Mésolithique et du Néolithique. Le tableau 78 et la figure 212 montrent que du fait de leurs duretés proches, la dolérite, la métadolérite et le tuf peuvent se prêter à la même utilisation. La nature des affleurements (galets d'alluvions ou blocs ératiques et massifs) ne diffèrent guère quelque soit le matériau (*cf.* analyse géologique ; Huet, 2006), les opérations de dégrossissage nécessaires pour détacher les blocs de métadolérite sont alors possibles pour la dolérite et le tuf. Ce constat suffit à justifier une possible exploitation de ces matériaux au Mésolithique et Néolithique.

Tabl. 78. Valeurs moyennes de dureté Vickers des roches magmatiques et volcano-sédimentaires (Paléolithique moyen) et de la métadolérite type A de Plussulien (Néolithique moyen à final)

	Roche=Σéchantillons		**Roche=Σpoints**		
	Hv_{moy} (GPa)	**σ (Hv_{moy})**	**Hv_{moy} (GPa)**	**σ (Hv_{moy})**	**Roche**
Ploubazlanec	5,2	0,3	5,2	0,3	Dolérite
Ploubazlanec	7,0	0,4	7,1	0,2	Microgranite
Ploubazlanec	6,5	0,0	6,6	0,2	Rhyolite
Ploubazlanec	4,5	0,0	4,5	0,2	Tufs
Plussulien	4,7	0,1	4,7	0,1	Métadolérite type A

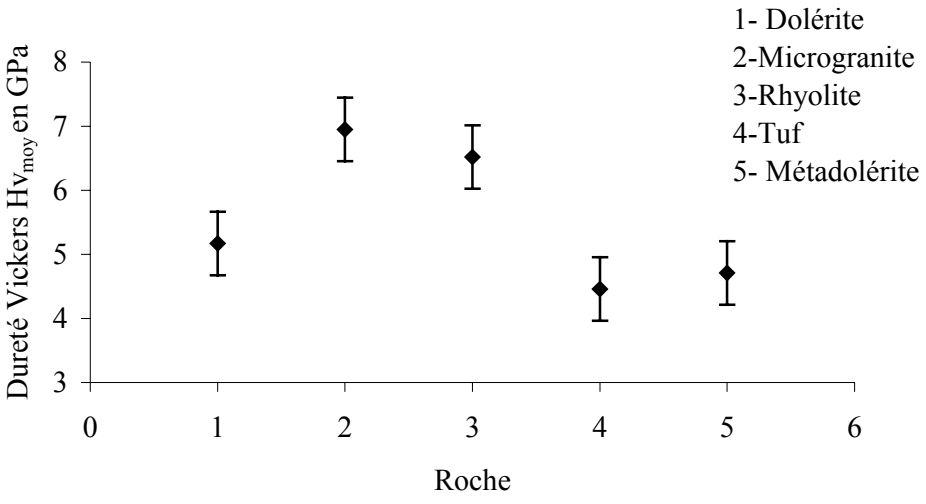


Fig. 212. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers comparés des roches magmatiques et volcano-sédimentaires (Paléolithique moyen) et de la métadolérite type A de Plussulien (Néolithique moyen à final).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Nous constaterons au cours de notre analyse, que l'importance de la dureté, ou même d'autres paramètres mécaniques, sur l'utilisation pour la fabrication des haches néolithiques n'obéit à aucune règle de hiérarchisation mécanique. L'utilisation de matériaux fragiles ou très tenaces pour ces outils est vérifiée. Les paramètres structuraux que sont la taille du grain et l'homogénéité surfacique ou même le critère esthétique du produit finit sont alors les facteurs directeurs de l'exploitation des matériau nécessaires au macro-outillage du Néolithique.

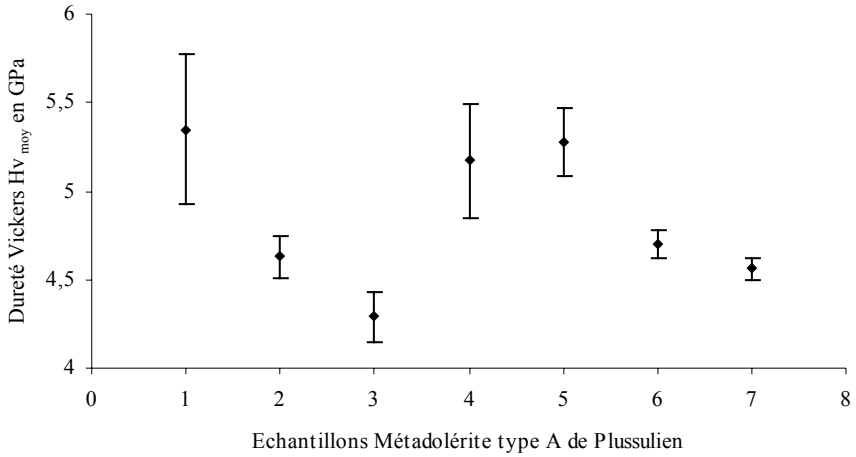


Fig. 213. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers de la métadolérite type A de Plussulien.

Comme le microgranite ou la dolérite, la métadolérite de type A possède une dureté qui varie fortement (Fig. 213) en fonction de la densité des microfissures. Les valeurs de dureté les plus faibles expriment un relachement des structures, ou une fracturation accélérée par les microfissures préexistantes.

3-2- Les propriétés élastiques

L'analyse des propriétés élastiques est beaucoup plus difficile à lier aux caractéristiques des débitages élaborés par les préhistoriques. Contrairement à la dureté et à la ténacité, ce paramètre nous semble très peu préhensible par des esprits Mésolithiques et Néolithique. Cette affirmation est discutable dans le cas de matériaux à composante structurale amorphe importante tel l'obsidienne car le test du son libéré par la matière est constamment vérifié depuis les âges paléolithiques. Nous pouvons par conséquent exploiter cette donnée sonique. En effet la mesure de l'élasticité par méthode ultrasonore est une exploitation des vitesses de propagations des ondes dans les matériaux analysés. Pour un m^me matrériau, plus les vitesses de propagation sont grandes, plus les structures de roches sont homogènes et/ou isotropes et plus la rigidité sera élevée. Les matériaux constitutifs de la croûte terrestre ont une masse volumique variant presque toujours autour de 2,5 $g.cm^{-3}$. En supposant cette masse volumique constante, ce sont uniquement les vitesses de transferts d'ondes qui indiquent la valeur du module d'élasticité. Les matériaux rigides (à fortes liaisons intermoléculaires ou interatomiques) ont potentiellement une valeur de module d'Young élevée.

3-2-1- Synthèse sur les propriétés élastiques des roches métamorphiques

3-2-1-1- Les ultramylonites et les cataclasites sud armoricaines

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La dispersion des structures et les superpositions pouvant exister au sein des ultramylonites et cataclasites est une difficulté à l'analyse des propriétés élastiques de ces matériaux. On a observé au niveau de la mesure de la dureté des anomalies sur les roches des sites de Kerboudou ou de Le Rest. Ces anomalies se retrouvent une fois de plus au niveau du calcul de la rigidité. Ces deux sites présentent les modules d'élasticité les moins élevés. La précision sur la valeur moyenne de la rigidité est aussi la plus élevée (Tabl. 79). Elle atteint parfois près de 14 % de E_{moy} sur le site de Le Rest.

Le coefficient de Poisson pour l'ensemble des ultramylonites et des cataclasites a une valeur moyenne de 0,23. L'augmentation de cette valeur, pour le même matériau, ne fait pas croître systématiquement celle du module d'élasticité. De même, à valeurs égales de $\nu = 0,23$, on observe une variation de ce module d'élasticité, passant de 71,3 ± 5,5 GPa à 103,3 ± 4,5 GPa (Fig. 214). Cette variation est cohérente avec celle des paramètres G et K ou de la dureté Vickers Hv. En effet, plus les ultramylonites et cataclasites du CSA sont durs, plus elles sont rigides (voir paragraphe dureté des ultramylonites). La déformation cataclastique étant plus forte dans la partie sud-est du CSA, elle engendre une forte rigidité des roches.

La limite à l'utilisation du coefficient de Poisson est la diversité des éléments qui contribuent à son élaboration. La caractéristique de l'isotropie au sein des ultramylonites et cataclasites est qu'elle est acquise par la superposition d'éléments de formation et de déformation. Le site de Kerboudou montre une structure héritée de l'agencement des filons quartzeux de taille moyenne à la fois parallèles et obliques à la foliation mylonitique. A l'inverse les échantillons de Creac'h Miné Vihan sont essentiellement structurés par la foliation fine : ce qui leur confère alors une plus forte rigidité. Lorsque l'on passe aux roches du gisement de Keriou-Saint-Maur (cataclasites de la branche sud du Cisaillement Sud Armoricain), on observe une cohésion des grains plus forte qu'à Creac'h Miné Vihan. La combinaison de ces deux éléments microscopiques favorisent un débitage fin, contrairement aux échantillons de Kerboudou pour lesquels un débitage grossier est le plus probable. Est-ce une explication au faible taux d'utilisation des ultramylonites à Kerboudou ? Nous avons émis l'idée d'un probable déplacement d'un même groupe humain entre les sites de Creac'h Miné Vihan et de Kerboudou (*cf*. troisième partie). Le constat d'une baisse des valeurs de la dureté Vickers et du module d'élasticité entre ces deux sites du Mésolithique final et très proches géographiquement renforce cette idée.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

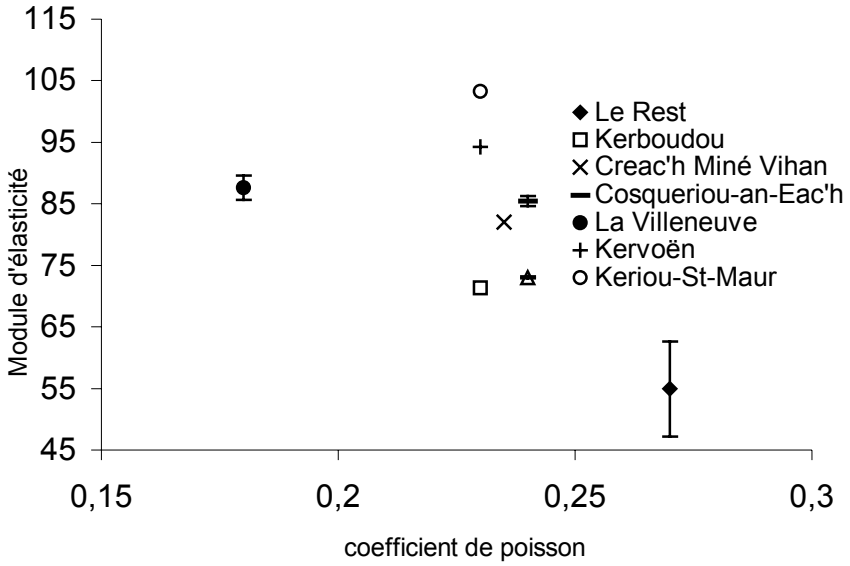


Fig. 214. Synthèse de la variation du module d'élasticité des ultramylonites et cataclasites du CSA en fonction du coefficient de Poisson.

Tabl. 79. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des ultramylonites et cataclasites sud armoricaines. E = Module de Young (en GPa), K = Module de compressibilité (en GPa), G = Module de cisaillement, ν = Coefficient de Poisson.

	E_{moy} (GPa)	$\sigma(E_{moy})$ (GPa)	ν_{moy}	G_{moy} (GPa)	K_{moy} (GPa)
Le Rest	55,0	7,7	0,3	21,8	40,0
Kerboudou	7,3	5,5	0,2	28,8	46,0
Creac'h Miné Vihan	82,0	2,1	0,2	33,2	52,4
Cosqueriou-an-Eac'h	85,4	0,8	0,2	34,4	58,8
La Villeneuve	87,6	1,9	0,2	36,9	47,0
Kervoën	94,2	5,3	0,2	38,4	58,0
Keriou-St-Maur	103,3	4,5	0,2	41,7	63,5

3-2-1-2- Les cataclasites nord armoricaines

Malgré leur coefficient de Poisson plus faible de celui des ultramylonites et cataclasites du CSA, les cataclasites du CNA ont en général un module de Young plus élevé (Tabl. 80 et Fig. 215). La moyenne de ce module se situe autour de **101 ± 3,6 GPa**, avec une forte confiance. En effet nous nous rapprochons de la valeur moyenne caractéristique de ce matériau avec près de 96,5 % de convergence (soit une erreur type de 3,5 %) (Tabl. 80).

Tabl. 80. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des cataclasites nord armoricaines. E = Module de Young (en GPa), K = Module de compressibilité (en GPa), G = Module de cisaillement, ν = Coefficient de Poisson.

	E_{moy} (GPa)	$\sigma(E_{moy})$ (GPa)	ν_{moy}	G_{moy} (GPa)	K_{moy} (GPa)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Le Cosquer	101	3,6	0,2	42,6	54

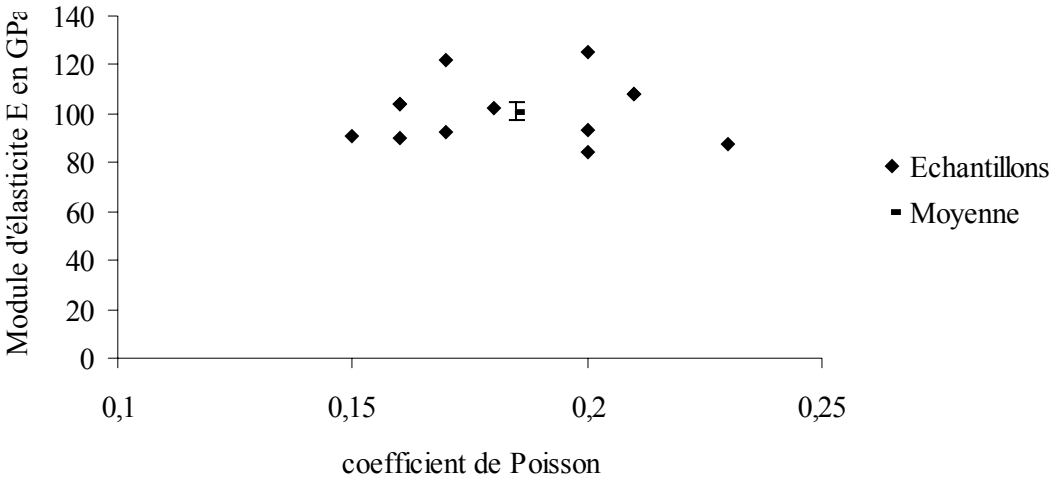


Fig. 215. Variation du module d'élasticité des cataclasites du gisement de Le Cosquer en fonction du coefficient de Poisson.

Le coefficient de Poisson de ces cataclasites est moins élevé que celui de ses homologues sud armoricaines en raison de la variabilité forte des dimensions des minéraux de quartz, plagioclase ou biotite constituant l'essentiel des éléments figurés (Planche 13, 3ème partie). Ces éléments baignent dans une matrice microcristalline de même nature minéralogique, mais les liaisons interminérales sont très faibles, ce qui engendre une capacité à se déformer de manière réversible plus forte. L'espace intercristallin est grand et favorise les transferts des éléments figurés au cours de la déformation. L'examen de la ténacité devrait révéler la difficulté à débiter ce matériau.

3-2-1-3- Les microquartzites FL

Les microquarzites FL, tout comme les cataclasites et ultramylonites du CSA, ont des microstructures composées d'éléments plus ou moins jointifs. La variation l'isotopie est foerte (ν varie de 0,11 à 0,17). Les archéologues ont toujours pensé que ces microquarzites étaient plus homogènes que les autres matériaux métamorphiques affleurant en Bretagne. La valeur de ce coefficient de Poisson est en général (quelque soit l'échantillon analysé) inférieure à celle des ultramylonites et cataclasites nord et sud armoricaines. Le débitage de ce matériau nécessite par conséquent la mise en place de techniques ou de modalités de débitage encore plus élaborées si son exploitation est faite dans les mêmes systèmes techno-typologiques que celle des autres roches métamorphiques. Néanmoins, cette hypothèse a des limites si les dimensions des produits désirés n'obéissent pas à une standardisation de la production.

Tabl. 81. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des microquartzites type FL.
E = Module de Young (en GPa), K = Module de compressibilité (en GPa), G = Module de cisaillement, ν = Coefficient de Poisson.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

	E_{moy} (GPa)	$\sigma(E_{moy})$ (GPa)	ν_{moy}	G_{moy} (GPa)	K_{moy} (GPa)
Le Crann	84	1,7	0,1	37	39,2

La rigidité moyenne des microquarzites FL est en général moins forte que celles des autres roches métamorphiques. Avec un module d'Young moyen de **84 ± 1,7 GPa** (Tabl. 81), à valeurs égales de dureté, la rupture se produira moins rapidement au sein des microquartzites FL. L'obtention de produits en microquarzites FL nécessiterait peu-être une énergie plus forte que celle des produits identiques en ultramylonites du CSA et cataclasites du CNA, la rigidité des cataclasites du CSA étant la plus forte (sous réserve du calcul de l'énergie d'éclatement, *cf.* § *5-1*). Au sein de ces microquartzites, une augmentation de la rigidité se produit lorsque le ciment est fortement calcédonieux ou lorsque la structure est fortement phylliteuse (parallèlement aux feuillets).

3-2-1-4- Résumé sur les propriétés élastiques des roches métamorphiques

La précision sur la moyenne calculée est suffisamment faible pour tous les matériaux analysés. Nous admettons alors que les valeurs moyennes de modules d'élasticité obtenues sont sensiblement égales au valeurs vraies.

Les microquarzites FL sont en général moins homogènes que les ultramylonites et cataclasites du CNA et du CSA. Ceci traduit simplement une faciliter à dépenser la même énergie dans le débitage quelque soit l'orientation des enlèvements, afin de détacher des produits identiques. Malgré leur coefficient de Poisson moins élevé, les microquarzites FL se tailleraient plus difficilement que les autres roches déformées présentes en Bretagne (Fig. 216 ; sous réserve du calcul de l'énergie de fracturation, *5-1-*)

L'homogénéité de la matière et la facilité au débitage sont deux facteurs influençant le comportement des préhistoriques face à la matière, mais le premier n'induit pas automatiquement le second (données ci-dessous). La gamme de modules d'élasticité dans le cas des ultramylonites et cataclasites du CSA est large du fait de la complexité de leur formation.

Ultamylonites/Cataclasites du CSA:	ν_{moy}= 0,18-0,27	E_{moy}= 48-105 GPa
Microquarzites FL:	ν_{moy}= 0,13	E_{moy}= 82-86 GPa
Cataclasites du CNA:	ν_{moy}= 0,18	E_{moy}= 65-106 GPa

La facilité au débitage n'est pas le gage de l'aisance à fabriquer des produits allongés ou de dimensions standards. Les superpositions de microstructures, les cadences de passage entre ces microfaciès, la présence et la taille de microfilons organisés ou non, la nature monominérale ou multiminérale des roches, sont autant de facteurs qui contraignent le débitage.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

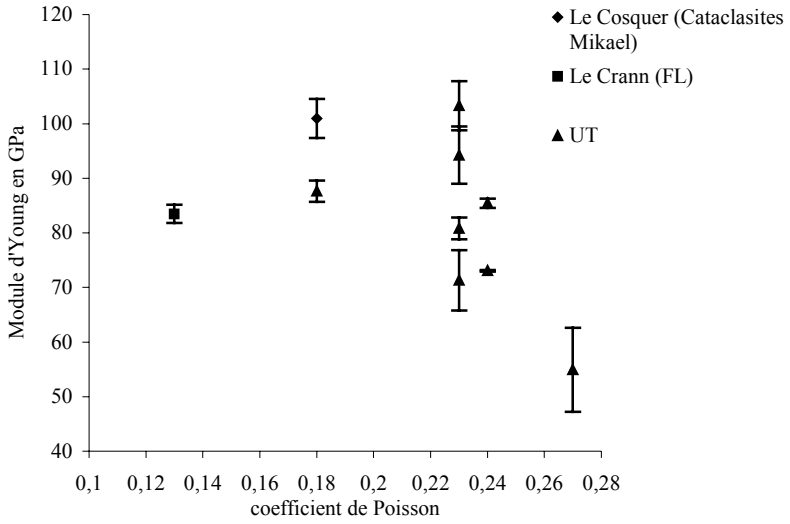


Fig. 216. Variation du module d'élasticité des formations métamorphiques du Massif armoricains du Mésolithique final en fonction du coefficient de Poisson.
Au sein des roches métamorphiques, la minéralogie variable joue en la défaveur des ultramylonites et cataclasites.

En comparant les données d'élasticité, d'isotropie et de dureté Vickers des faciès cataclasites *s.s.* nord et sud armoricaines, on observe que celles du cisaillement nord armoricain ont des propriétés toutes supérieures à leurs acolytes du sud.

3-2-2- Synthèse sur les propriétés élastiques des roches sédimentaires

L'analyse de l'élasticité des roches sédimentaires est aussi complexe que celle des roches métamorphiques en raison de la variabilité des structures.

3-2-2-1- Les silex

Si la dureté varie énormément au sein des argiles à silex en Basse-Normandie, la mesure de la limite d'élasticité quant à elle est assez constante (Tabl. 82). La croissance du module d'élasticité, du module de cisaillement et du coefficient de compressibilité avec le coefficient de Poisson, autant au sein des argiles à silex que des silex littoraux, est vérifiée uniquement à l'échelle des gisements. A l'échelle des échantillons, il est impossible de tirer des conclusions similaires.

L'exploitation des microfaciès structuraux ne prendra de la valeur qu'au moment d'une analyse comparée avec d'autres roches au sein des ensembles bien définis. Cependant, avec une rigidité très élevée, les silex de la Baie d'Audierne pourraient peut-être nécessiter une grande quantité d'énergie pour atteindre la rupture (sous réserve du calcul des énergies de rupture, *cf.* § *5-1-*). Ce qui n'est pas le cas pour les silex des Moutiers-en-Retz ou des argiles à silex de Basse-Normandie. Nous avons montré plus haut que les silex d'argiles normands étaient plus résistants à la corrosion que leurs homologues du littoral armoricain. La combinaison d'une rigidité plus faible et d'une dureté plus forte font des silex normands des matériaux privilégiés, pour les usages néolithiques. Ces propriétés mécaniques s'associent alors au volume des blocs et à la densité des gisements pour justifier une importation

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

grandissante dès le Néolithique ancien comme nous l'avons vu plus en amont (*cf.* 4ème partie de ce volume).

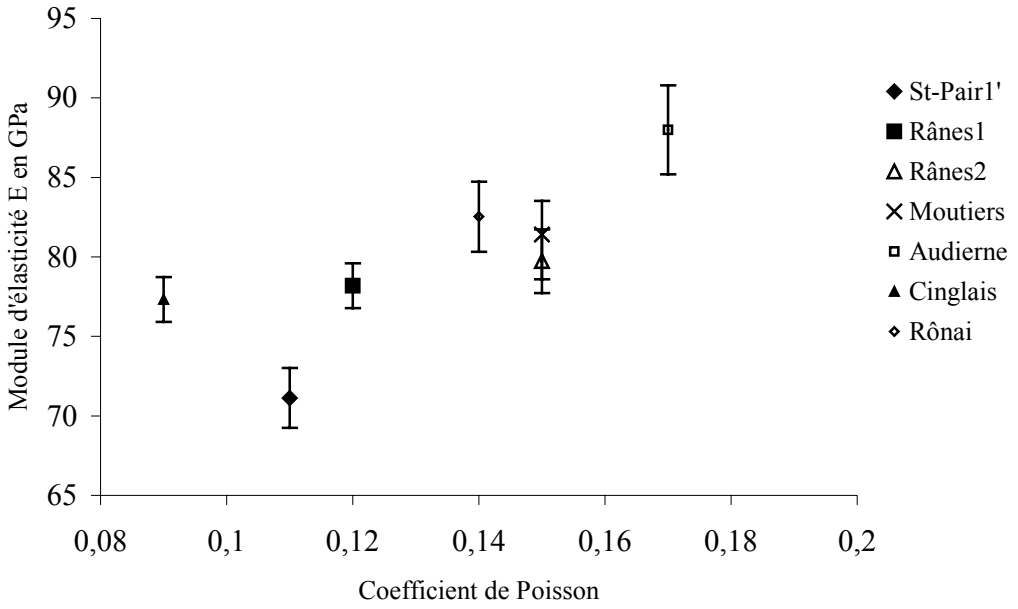


Fig. 217. Variation du module d'élasticité des silex du littoral atlantique et des argiles Bas-normandes en fonction du coefficient de Poisson.

Tabl. 82. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des silex littoraux armoricains et des silex bas-normands E = Module de Young (en GPa), K = Module de compressibilité (en GPa), G = Module de cisaillement, ν = Coefficient de Poisson.

	E_{moy} (GPa)	$\sigma(E_{moy})$ (GPa)	ν_{moy}	G_{moy} (GPa)	K_{moy} (GPa)
St-Pair1'	71,1	2,0	0,1	32,3	31,3
Rânes1	78,2	1,4	0,1	35,0	33,5
Rânes2	79,7	2,0	0,2	35,0	38,5
Moutiers	81,4	2,1	0,2	35,3	39,3
Audierne	88,0	3,0	0,2	37,4	45,1
Cinglais	77,3	1,4	0,1	35,4	32,2
Rônai	82,5	2,2	0,1	36,1	39,0

L'effet de l'altération mécanique subie par les silex en milieu marin s'observe par la conservation des faciès à forte rigidité (Fig. 217).

3-2-2-2- Les phtanites

Rappelons premièrement avant le détail des résultats de notre analyse que seules les phtanites du type massif ont dans l'état actuel des connaissances sur l'utilisation des matériaux en préhistoire dans l'Ouest de la France fait l'objet d'un débitage. Ainsi, les collections archéologiques ne présentent aucune trace du faciès laminé de la Manche (exemple de Coutances).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les résultats présentés dans le tableau 83 et la figure 218 permettent de relever une anomalie dans la mesure du phtanite du lieu dit Rudunos. La précision sur la mesure est très élevée, ce qui rend difficile l'analyse comparée de cette dernière avec celle de Kerhuellan. Cependant du fait de la sélection des faciès de phtanite au sein des ensembles archéologiques, les quantités infiniment petites de faciès à recristallisations nombreuses et non orientées (cas de Rudunos) nous semble justifiée par cette grande différence entre les valeurs minimales et maximales. En effet, on constate au sein de l'affleurement de blocs épars de Rudunos une augmentation du Module d'élasticité au sein des faciès homogènes à microquartz abondant.

Tabl. 83. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des principaux affleurements de phtanites armoricains. E = Module de Young (en GPa), K = Module de compressibilité (en GPa), G = Module de cisaillement, ν = Coefficient de Poisson.

	E_{moy} (GPa)	$\sigma(E_{moy})$ (GPa)	ν_{moy}	G_{moy} (GPa)	K_{moy} (GPa)
Kerhuellan	67,0	1,0	0,2	27,7	40,0
Rudunos	68,1	7,4	0,2	29,5	37,4
Coutances	93,0	1,8	0,1	42,3	39,0
Sauzinière	94,0	0,0	0,4	34,1	120,2

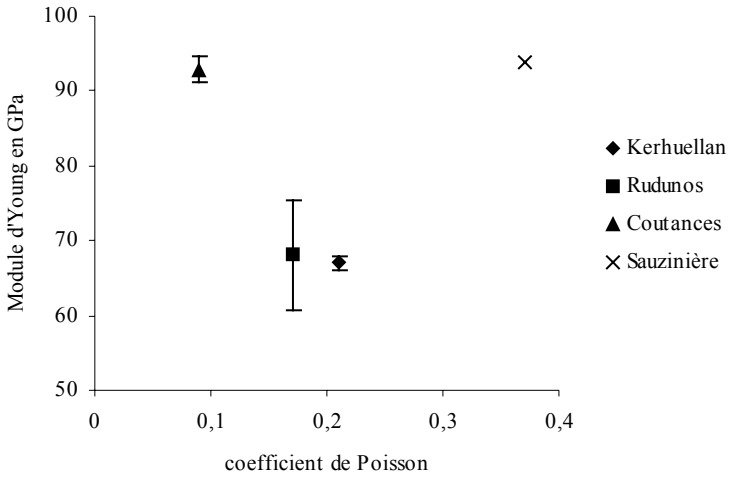


Fig. 218. Synthèse de la variation du module d'élasticité des phtanites armoricains en fonction du coefficient de Poisson.

Les données de dureté Vickers ont permis de percevoir en partie le comportement de chacun des phtanites analysés. La différenciation entre les phtanites des formations géologiques de Callac (Rudunos et Kerhuellan), les formations de Saint-Lô (Coutances) et celles du Bas Bocage vendéen (La Sauzinière). La première formation citée a en général une dureté moins élevée que celle des deux autres. Comme le montrent le tableau 83 et la figure 218, la limite d'élasticité des phtanites de Callac est inférieure à celle de Saint-Lô et de Vendée. La rupture se produit alors plus rapidement au sein des faciès de Callac. Est-ce une raison de leur utilisation ? Ces observations pourraient justifier en partie l'absence d'utilisation des phtanites de Saint-Lô. La mesure de la ténacité pourrait nous permettre de lever le doute, si cette dernière est très élevée au sein de la formation de Coutances/Saint-Lô.

3-2-2-3- Les grès éocènes

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

A l'inverse de leurs homologues sud armoricains qui présentent des faciès à grains émoussés ou subémoussés pour la plupart (exemples Gresay et Montbert3), les grès nord armoricains ont des grains généralement anguleux, subanguleux à subémoussés (exemples Plouhinec, Kervouster et le Bois du Rocher). La forte sphéricité des grains et leur grande taille leur confère un caractère submature à mature. On constate alors une augmentation de la rigidité au sein des faciès grossiers à grains jointifs. Lorsque le leucoxène (phase minéralogique composéee essentiellement d'oxydes de fer et de titane) constitue une part abondante de la matrice, on relève une baisse du module de Young. Inversement, lorsque la phase de ciment est dominée par de la calcédonite, on note une augmentation de la rigidité. L'augmentation du module d'élasticité avec la quantité de phase calcédonieuse a été observée dans le cas des microquartzites types FL (*cf.* § *3-2-1-3*).

Avec des valeurs de dureté et d'élasticité peu différentes de celle des autres silicifications exploitées depuis le Paléolithique jusqu'au Mésolithique final dans l'Ouest de la France, l'exploitation des grès d'âge Eocène n'a jamais été intense tout au long du Mésolithique. Les faibles proportions observées dans les ensembles lithiques de la Bretagne (*cf.* § 4ème partie) sont peut-être à lier non seulement à leur utilité, mais aussi aux propriétés de ténacité et de fragilité de la matière, ainsi qu'à la maturité de la structure (*cf.* § 3ème partie, 3-2-). Ces remarques sous-tendent l'idée d'une présélection des matériaux non seulement en fonction de leur zone d'affleurement (dans un système Mésolithique où les déplacements à "grande distance" sont limités ou absents), mais aussi suivant la maturité pétrographique et structurale (Tabl. 84 et Fig. 219, structures matures de Gresay et Montbert3). En plus du critère de maturité de la structure, on observe également le choix des faciès les plus rigides, pouvant concurrencer les silex littoraux des Moutiers-en-Retz (cas des grès de Gresay) ou de la Baie d'Audierne (cas des grès de Kervouster et Plouhinec).

D'où une recherche de matériaux permettant d'entretenir un système technique bien défini.

Tabl. 84. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des grès éocènes armoricains. E = Module de Young (en GPa), K = Module de compressibilité (en GPa), G = Module de cisaillement, ν = Coefficient de Poisson.

Grès Eocène	**E_{moy} (GPa)**	**$\sigma(E_{moy})$ (GPa)**	**ν_{moy}**	**G_{moy} (GPa)**	**K_{moy} (GPa)**
Montbert3	81	1,3	0,1	35,5	37,6
Gresay	90,4	1	0,1	40	42
Kervouster	89,3	3,6	0,1	40	46
Le Bois du Rocher	85,2	0,9	0,1	39	35,3
Plouhinec	90,1	0,03	0,1	41	37,5

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

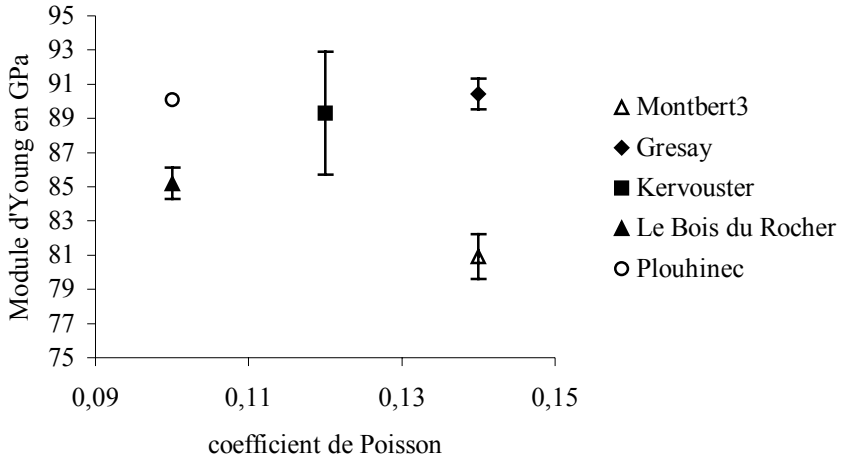


Fig. 219. Variation du module d'élasticité des grès éocènes sur le Massif armoricain suivant du coefficient de Poisson.

3-2-2-4- Les quartzarénites de Montbert

Il est important dans cette partie de comprendre les raisons de variation des propriétés élastiques des grès éocènes exploitées en Vendée. Les quartzarénites de Montbert ont une rigidité inférieure à celle des arénites gréseuses exploitées dans la même région (exemple Gresay) (Tabl. 85). Les observations pétrographiques nous montrent que la silicification est plus intense à Gresay. Ce qui entraîne une homogénéisation plus grande de la roche.

Si on observe une croissance de la dureté de la roche en fonction de l'homogénéité structurale, il est difficile d'en faire autant dans le cas de rigidité. On remarque cependant que les échantillons à grains émoussés ou subémoussés (structures nommées matures) présentent les valeurs les plus élevées de l'élasticité. On ne peut déduire que la forme arrondie ou ovalaire des grains est un paramètre de croissance du module d'élasticité. Néanmoins, lorsque la taille du grain est grande, le module d'Young est plus grand. Ceci concorde, avec les observations faites sur les faciès de grès peu transportés (*cf.* § *3-2-2-3*).

Tabl. 85. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des quartzarénites de Montbert. E = Module de Young (en GPa), K = Module de compressibilité (en GPa), G = Module de cisaillement, ν = Coefficient de Poisson.

	E_{moy} (GPa)	$\sigma(E_{moy})$ (GPa)	ν_{moy}	G_{moy} (GPa)	K_{moy} (GPa)
Montbert/EG	81,2	1,1	0,2	35,3	38,5

3-2-2-5- La calcédoine et les silcrètes

Ces matériaux sont issus du processus d'altération pédogénétique des granites et grès (silcrètes vendéennes) et de la déformation cisaillante au sein de la vallée du Blavet (calcédoine).
L'origine et la nature géologique de ces silcrètes ont été décrites en amont (*cf.* § 3ème partie). Si les silcrètes exploitées aux Vergères contiennent une phase matricielle très riche en calcédoine, ceux des gîtes géologiques du Cottereau et de la Merlière sont plus riches en microquartz. Cette donnée contribue fortement à la baisse du module d'élasticité dans le cas des Vergères (Fig. 220 et Tabl. 86). Est-ce en raison de leur rigidité élevée que les silcrètes

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

des affleurements de la Merlière et du Cottereau n'attestent d'aucune exploitation connue ? Sans doute non en raison de l'exploitation dans la région, de certains grès qui possèdent des qualités très proches (notamment les grès du site néolithique de Gresay aux Essarts).

Tabl. 86. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des calcédoines morbihannaises et silcrètes vendéennes. E = Module de Young (en GPa), K = Module de compressibilité (en GPa), G = Module de cisaillement, ν = Coefficient de Poisson.

	E_{moy} (GPa)	$\sigma(E_{moy})$ (GPa)	ν_{moy}	G_{moy} (GPa)	K_{moy} (GPa)
Coët Stival (calcédoine)	80,5	3,5	0,1	36	37
Les Vergères (silcrètes)	75	0,3	0,2	32	38
La Merlière (silcrètes)	90	1,1	0,2	40	42
Les Vergères (silcrètes ferrugineuses)	77,4	0,03	0,03	37,4	27,4
Le Cottereau (silcrètes)	91	0,7	0,2	39	45

3-2-2-6- Résumé sur les propriétés élastiques des roches sédimentaires

Les propriétés élastiques des matériaux sédimentaires sont très variables, quelque soit leur nature. Les processus d'altération météorique qui agissent sur les silex du littoral participent à l'homogénéisation des structures comme nous l'avons démontré. Dans les cas où l'altération physique ou chimique post-formation a une influence peu marquée, les éléments déterminants de la fluctuation de la rigidité sont principalement le degré de dissolution et de remobilisation de la silice, ainsi que la forme minéralogique. Tous ces paramètres concourent à la définition de la maturité de la structure. Ainsi, les structures les plus matures sont les plus attrayantes aux yeux des Hommes préhistoriques. Cette maturité donne à la roche un aspect gras, à l'inverse des structures immatures qui sont mâtes ou rugueuses. Le degré de maturité va influer alors sur la destinée de la roche au sein d'un système technologique.

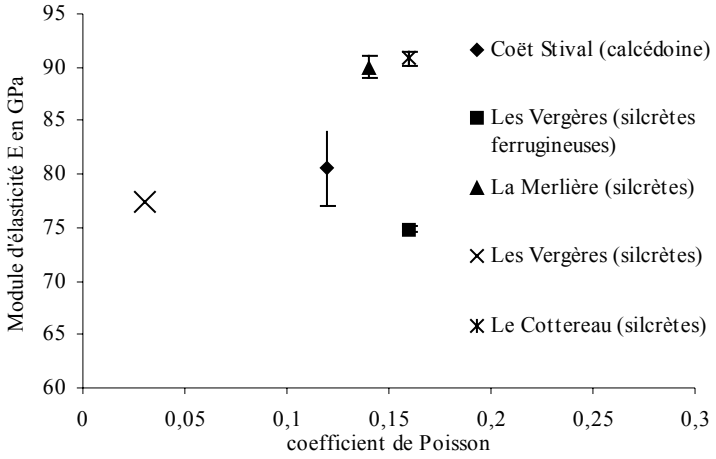


Fig. 220. Variation du module d'élasticité des silcrètes vendéennes et de la calcédoine morbihannaise en fonction du coefficient de Poisson.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

3-2-3- Les propriétés élastiques de quelques roches magmatiques et métamorphiques.

L'étude détaillée de la variation des propriétés élastiques de la métadolérite de Plussulien et des galets de dolérites de la côte nord armoricaine (Ploubazlanec) nous permet de conclure comme dans le cas des roches métamorphiques que le lien entre l'augmentation du module d'élasticité et celle du coefficient de Poisson n'est pas vérifiable. On constate en effet que quelque soit la valeur de la continuité des structures, le module d'Young suit une courbe polynomiale (Fig. 221 et 222 ? Tabl. 87).
L'absence d'analyse des microstructures ne nous permet pas d'envisager des hypothèses soutenues de l'impact des densités minéralogiques sur les propriétés élastiques des ces matériaux. La rhyolite étant l'unique matériau analysé qui possède de nombreux phénocristaux dans une matrice microlithique à vitreuse, on peut supposer alors une baisse du module d'élasticité (Fig. 223 et Tabl. 88) vers des valeurs proches de celles d'un verre de silice (**E= 69 GPa**). On constate aussi que les valeurs du module de cisaillement, du coefficient de Poisson sont également presque égales à celles du verre de silice.
L'enchevêtrement du réseau cristallin des minéraux constituant la dolérite et la finesse du grain de la métadolérite et du microgranite contribuent à l'accroissement leur rigidité. La rigidité très élevée (Fig. 222 et Tabl. 88) de la métadolérite type A de Plussulien lui confère un statut particulier pour la fabrication des outils sur masse centrale.
Tabl. 87. Variation des paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie de la dolérite de Ploubazlanec. E = Module de Young (en GPa), K = Module de compressibilité (en GPa), G = Module de cisaillement, ν = Coefficient de Poisson.

Dolérite Ploubazlanec	**E_{moy} (GPa)**	**$\sigma(E_{moy})$ (GPa)**	**ν_{moy}**	**G_{moy} (GPa)**	**K_{moy} (GPa)**
7	88	1	0,2	35,4	56,4
8	92	3,1	0,2	38	53,2
9	88	2	0,2	37,1	46,4
10	80,1	1	0,2	34	42
11	93,3	8,1	0,3	37,4	63
12	89,3	1,3	0,3	35,2	65
13	91,4	0,7	0,3	36	66,3
14	92,2	0,7	0,3	37	64

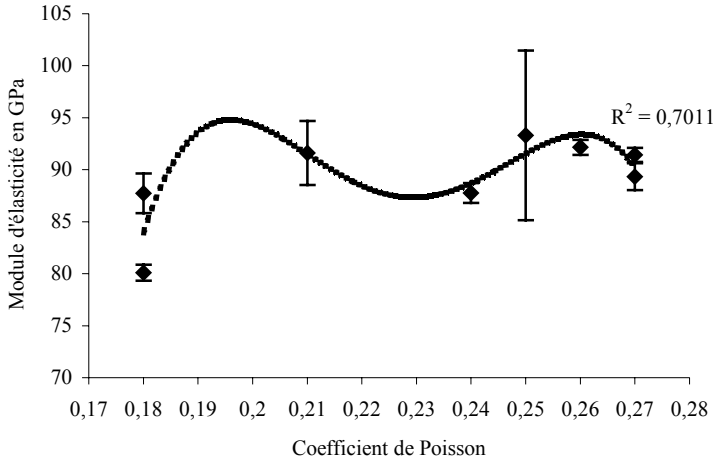


Fig. 221. Variation du Module d'Young de la dolérite de Ploubazlanec en fonction du coefficient de Poisson

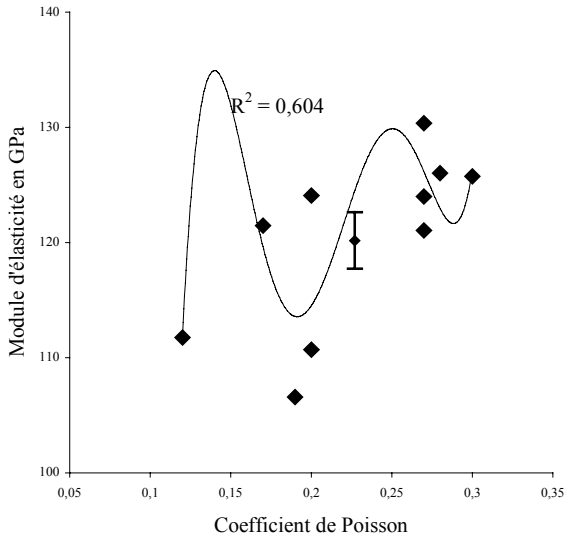


Fig. 222. Variation du Module d'Young de la métadolérite de type A de Plussulien en fonction du coefficient de Poisson.

Tabl. 88. Variation des paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie de quelques roches magmatiques, volcano-sédimentaires et métamorphiques armoricaines. E = Module de Young (en GPa), K = Module de compressibilité (en GPa), G = Module de cisaillement, ν = Coefficient de Poisson.

	E_{moy} (GPa)	$\sigma(E_{moy})$ (GPa)	ν_{moy}	G_{moy} (GPa)	K_{moy} (GPa)
Plussulien.MD	120,2	2,5	0,2	49	77
Ploubaz.DOL	89,2	1,1	0,2	36,2	567
Ploubaz.MGRA	88,1	9	0,2	37	49,7
Ploubaz.RHYO	68,3	6	0,2	29	38,3
Ploubaz.TUF	88,1	1	0,3	34,5	66

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

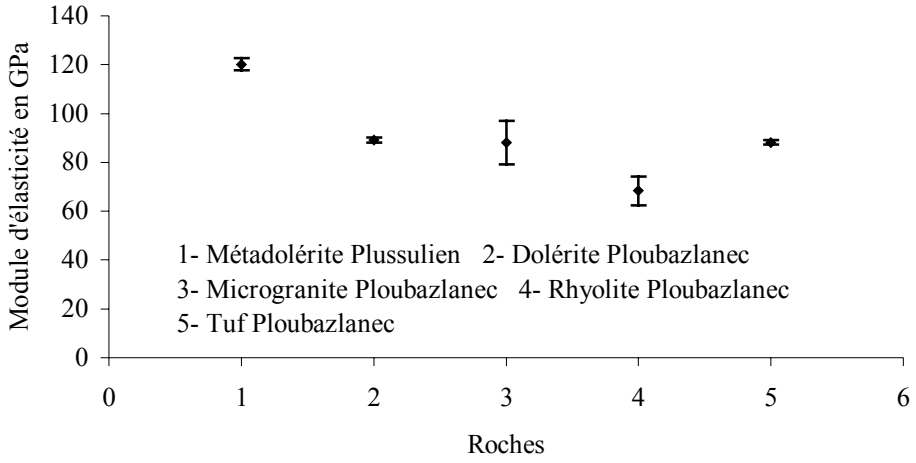


Fig. 223. Variation du Module d'Young des formations du Paléolithique moyen et du Néolithique moyen et final armoricain

3-3- Ténacité et fragilité

3-3-1- La méthode d'éprouvettes SENB

3-3-1-1- Les silex et la calcédoine

L'analyse de la résistance à la propagation des silex nous a permis d'apprécier les variations entre divers affleurements et faciès.

Les silex des Rânes (Saint-Brice-sous-Rânes, Orne) présentent une fissuration moins facile que celles des autres silex. On observe également au sein de ces silex une différence entre des faciès grossiers et sombres (Rânes1, $K_{Ic} \approx 2,51 \pm 0,04$ MPa.m$^{-1/2}$) et les faciès clairs et fins (Rânes2, $K_{Ic} \approx 2,26 \pm 0,04$ MPa.m$^{-1/2}$) (Fig. 224 et Tabl. 90).

Aux Moutiers-en-Retz, des observations identiques ont été faites. Dans les faciès fins de couleur jaune clair, pour lesquels la ténacité est $\approx 1,53 \pm 0,1$ MPa.m$^{-1/2}$ alors qu'elle est $\approx 1,82 \pm 0,1$ MPa.m$^{-1/2}$ pour les silex sombres.

En fonction des silex, on a une augmentation de la valeur de la ténacité de 10 % à 20 % des faciès clairs aux faciès sombres. Si les faciès clairs ont un coefficient de Poisson inférieur à celui des faciès sombres aux Rânes, ce n'est pas le cas aux Moutiers-en-Retz et à Audierne. Les observations microscopiques montrent un degré de silicification et/ou de désilicification très élevé au sein des faciès clairs. Les microstructures sont pour la plupart des mudstones. La

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

quantité de packstones est faible mais peut croître si la diagenèse est peu prononcée.

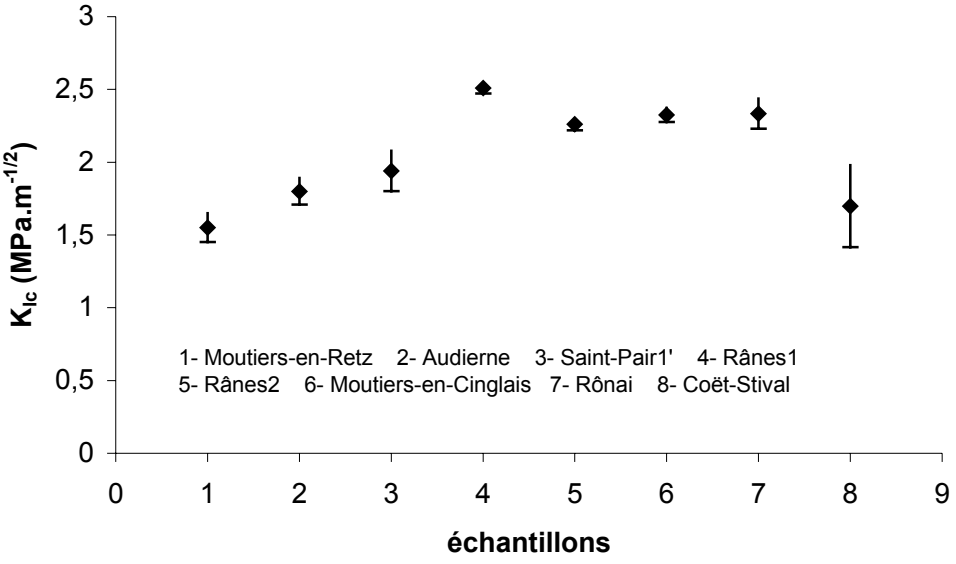


Fig. 224. Variation de la ténacité des silex littoraux armoricains et des argiles à silex bas-normands

Si les silex des Moutiers-en-Retz ont une rigidité plus grande que celle des autres silex, ils possèdent cependant une ténacité très faible (K_{Ic}=1,55 ± 0,1 MPa.m$^{-1/2}$) et un coefficient de Poisson compris dans la moyenne (ν=0,15) de tous les gisements. Ils sont par conséquents les plus aptes à la production d'enlèvements de forme allongée. Malgré leur rigidité moins élevée que celle des silex concurrents, l'ensemble des silex normands sont fortement résistant à la fissuration. L'utilisation de ce matériau pour l'industrie du macro-outillage est alors la plus convenable. Cette remarque est soutenue par la dureté élevée de ces roches.

3-3-1-2- Les silcrètes

Les silcrètes vendéennes issues de la pédogenèse au cours de l'altération des roches affleurant dans la région. La granulométrie et la nature minéralogique est variable. Les échantillons du site Mésolithique des Vergères sont en général plus tenaces que les autres silcrètes (Fig. 225 et Tabl. 90). Lorsque la densité des mégaquartz et de la phase calcédonieuse est élevée, la valeur de la ténacité baisse. L'absence d'exploitation au cours du Mésolithique des autres gisements n'est que la conséquence des connaissances limitées pour ces matériaux.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

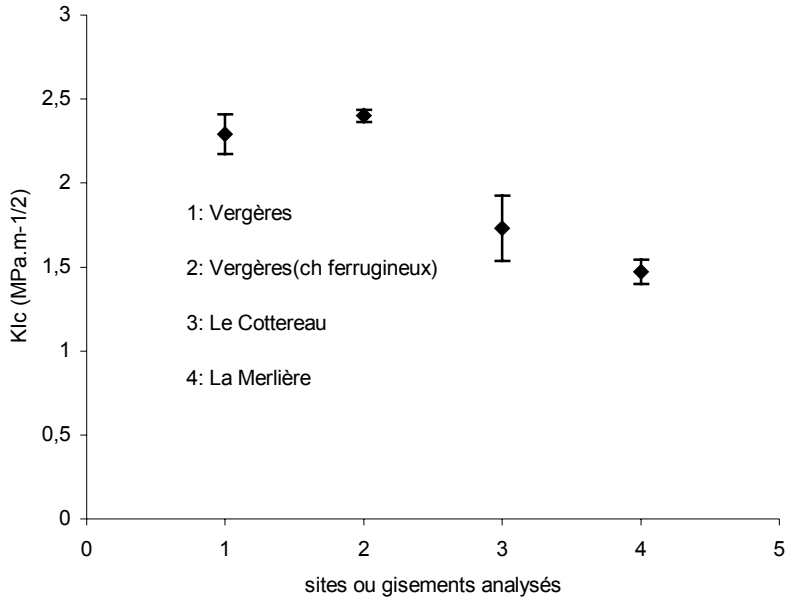


Fig. 225. Variation de la ténacité des silcrètes vendéennes

3-3-1-3- Les grès éocènes et les quartzarénites de Montbert

Le graphe ci-dessous (Fig. 226) montre une diminution de la valeur de la ténacité depuis les faciès de grès de la région de Montbert jusqu'à ceux de la partie nord du Massif armoricain. Les échantillons de faciès peu matures de la région de Montbert (exemple Montbert3) présente une ténacité très faible comme ses homologues nord armoricains. Ainsi l'idée émise préalablement sur l'importance que pouvait avoir la maturité de la structure et la valeur de ténacité liée est mieux appréciée. Les faciès immatures de grès possèdent également un indice de fragilité (B) très élevé (Fig. 231 et Tabl. 90). Ils sont 1,5 à 2 fois moins fragiles que l'ensemble des autres matériaux utilisés au cours du Mésolithique.

Dans un système qui semble opportuniste, cette sélection des matériaux suivant leur abondance, leurs qualités structurales et mécaniques indique une volonté de pérennisation du système culturel.

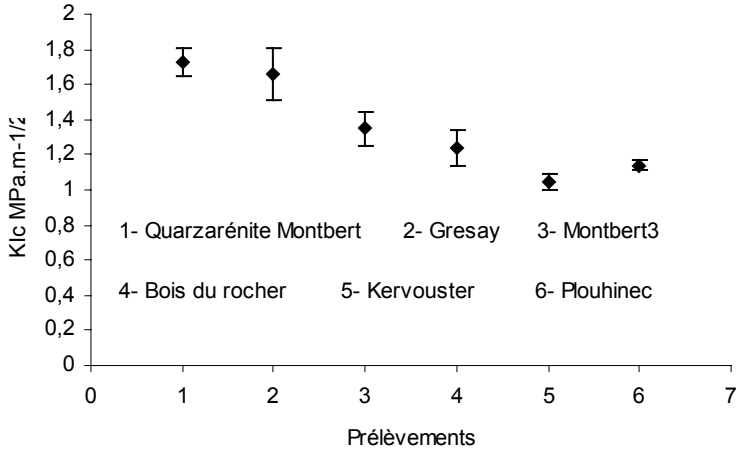


Fig. 226. Variation de la ténacité des formations gréseuses armoricaines

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

3-3-1-4- Les ultramylonites, les cataclasites et les microquartzites

Nous avons observé préalablement une croissance de la rigidité des matériaux du Nord-Ouest vers le sud-est du Cisaillement Sud Armoricain. Cette variation coïncide avec le passage de structures mylonitiques aux structures cataclastiques (c'est à dire de structures acquises en profondeur à des structures de surface).

Ainsi l'idée de l'exploitation des matériaux par un unique groupe humain dans la région de Saint-Thurien peut être soutenue par la valeur très élevée de la ténacité des échantillons provenant de Kerboudou (Fig. 227 et Tabl. 90) et surtout de l'indice de fragilité (B) faible de ces ultramylonites (Fig. 231 et Tabl. 90). Cependant, ces remarques ne suffisent pas à expliquer les faibles taux d'utilisation de ces ultramylonites en comparaison aux silex. S'agit-il d'une occupation liée à des activités plus spécifiques qui nécessitent l'utilisation de matériaux moins fragiles (à l'exemple des silex) ? Si les ultramylonites de Creac'h Miné Vihan sont moins fragiles que les silex côtiers du littoral actuel, l'absence de transfert d'ultramylonites entre les deux sites (Kerboudou et Creac'h Miné Vihan) peut s'expliquer par la nature des activités.

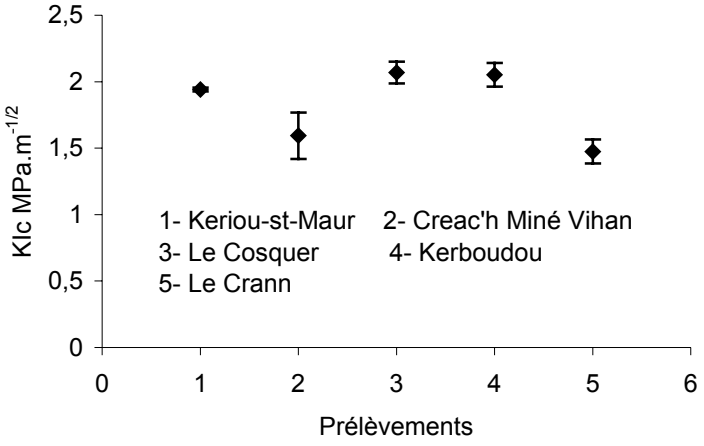


Fig. 227. Variation de la ténacité des ultramylonites, cataclasites et microquartzites des cisaillements nord et sud armoricains.

Les microquartzites du gisement du Crann ont une ténacité proche de celle des ultramylonites de Creac'h Miné Vihan (Fig. 227). Cependant, pour l'ensemble des propriétés élastiques et la dureté, les microquartzites sont proches des silex de la Baie d'Audierne (Tabl. 90). Cette observation permet d'entrevoir une continuité technologique entre le littoral ouest finistérien et le nord du dit département.

3-3-1-5- Les phtanites

La résistance à la propagation des fissures au sein des faciès de Callac est en moyenne comprise entre celles des faciès vendéens et normands. Si les phtanites vendéens et normands ont une dureté et une rigidité élevées par rapport aux phtanites bretons, ce n'est pas toujours le cas pour la ténacité (Fig. 228 et Tabl. 90). La valeur élevée de la ténacité des phtanites normands peut-elle expliquer une absence d'exploitation comme nous l'avons posé pendant l'analyse de la réponse élastique ?

Pris comme référentiel comme matériau référentiel, les silex littoraux et des marges du Massif Armoricain, ont en général une ténacité inférieure à celle des phtanites de Coutances et

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

supérieure à celle de Vendée et Bretagne. Il semble alors que, si la dureté et la rigidité sont élevées, seuls les phtanites montrant une baisse de la ténacité par rapport à ce référentiel sont exploitées. Ce constat ne justifie pas totalement l'absence d'exploitation car un regard sur les cataclasites du CNA permet de relativiser cette observation. En effet, ces roches métamorphiques ont une dureté faible, un module d'Young et une ténacité élevés par rapport à l'ensemble des silex analysés. Mais, contrairement aux phtanites normands, les cataclasites du CNA ont été plus abondamment exploitées au Mésolithique final. Il ne s'agit sans doute pas de populations identiques ou en contact mais les comportements ne peuvent être totalement distincts. S'agit-il tout simplement d'une différence dans les référentiels technologiques ? Il faut noter que la proximité du Bassin Parisien aux phtanites normands, avec des matériaux qui supportent aisément la présence de défauts (silex), doit jouer un rôle important dans la définition de ce référentiel.

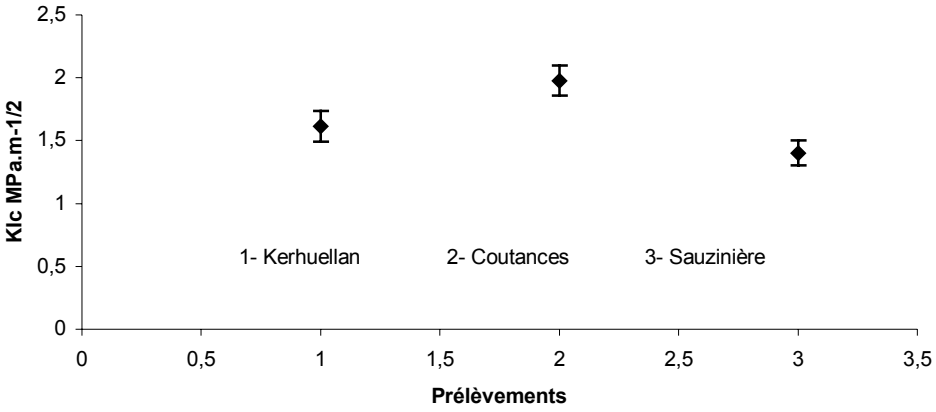


Fig. 228. Evolution de la ténacité des principales formations de phtanites armoricains

Notre analyse nous a permis également d'observer les différences possibles entre les différentes zones d'un même matériau. Pour cela, nous avons choisi de différencier les microfaciès du phtanite de la Sauzinière. Cette différenciation permet de conclure à une croissance conjointe de la densité de pigmentation et de la ténacité (Tsobgou et *al.*, à paraître). En effet, lorsque la fraction organique comprise dans le matériau est élevée, ce dernier accepte facilement la présence de défauts.

Il en découle alors indirectement une information importante en ce qui concerne l'utilisation des phtanites de Callac. Si nous avons remarqué au cours de l'analyse des industries lithiques une présélection des volumes sombres par les mésolithiques, cette dernière peut être justifiée non seulement par l'homogénéité de la structure mais aussi par le rôle de la matière organique contenue dans les sédiments originels. Ainsi l'hypothèse émise en amont sur l'importance du référentiel technologique des populations ayant exploité les matériaux de l'extrémité orientale du Massif armoricain est la plus à même à justifier une probable absence d'exploitation des phtanites de la formation géologique de Coutances-Saint-Lô.

3-3-1-6- Autres matériaux

Cette catégorie regroupe des matériaux exploités essentiellement au cours du Paléolithique et du Néolithique pour la fabrication du macro-outillage. Les roches du Paléolithique possèdent une opposition à la diffusion des anfractuosités peu élevées : $1 \pm 0,1 \leq K_{IC} \geq 1,3 \pm 0,1$ MPa.m$^{-1/2}$ (Fig. 229 et Tabl. 90). A l'inverse de ces matériaux du Paléolithique, la métadolérite de

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

type A de Plusssulien exploitée du Néolithique moyen au Néolithique final, avec une ténacité de 2,25 ± 0,05 MPa.m$^{-1/2}$ se prête beaucoup plus à une utilisation en percussion que les matériaux paléolithiques. Au cours de l'analyse de la dureté de ces matériaux, nous avions émis l'hypothèse d'une probable utilisation de ces derniers pour le macro-outillage néolithique. On constate cependant que, du fait de leur utilisation supposée, ces matériaux ne possèdent pas les qualités requises. Ce constat n'exclut pas la probabilité d'une utilisation opportuniste et ponctuelle. En effet, la métadolérite a été fortement exploitée au cours du Néolithique et cette forte exploitation peut s'expliquer en partie par sa forte résistance à l'expansion des lézardes.

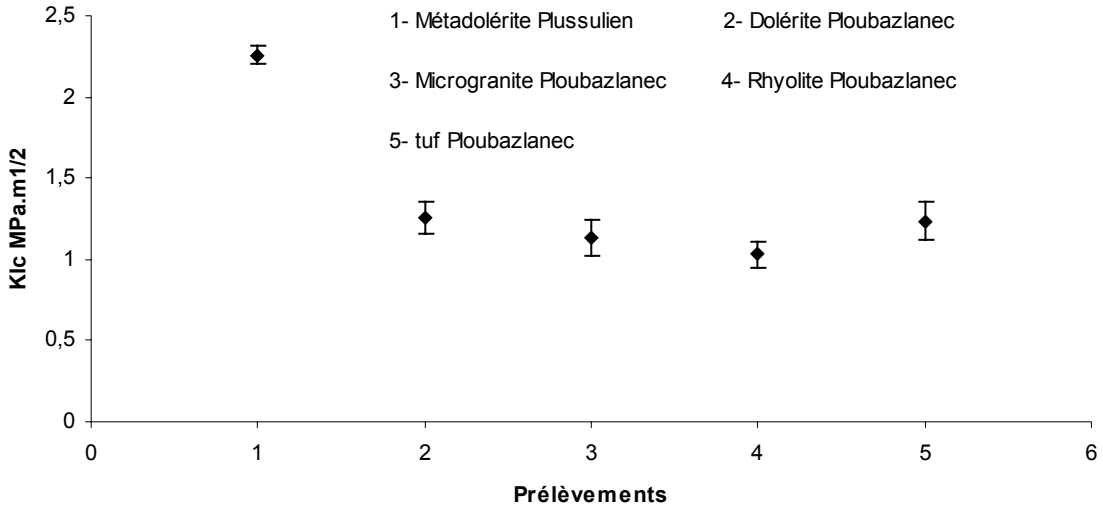


Fig. 229. Ténacité des roches du Paléolithique moyen face à la métadolérite type A de Plusssulien du Néolithique moyen à final

3-3-2- Ténacité par indentation

Nous avons effectué quelques mesures de ténacité par indentation Vickers. Il est surtout question ici de relever toutes les anomalies dans la mesure liées à l'hétérogénéité des matériaux, et à la mesusre des fissures sur certaines roches. Il ne s'agit pas d'une analyse très détaillée de la ténacité vu le nombre très élevé d'échantillons à analyser et du nombre d'empreintes Vickers qui en découlent (nombre d'empreintes = 10*nombre d'échantillons), soit pour un seul site analysé plus de 600 empreintes à mesurer. A cette lourdeur dans la méthode, s'associe le temps nécessaire et la difficulté de lecture des empreintes pour constituer des limites à cette méthode de mesure de la ténacité. D'où l'avantage de pouvoir effectuer des essais d'entaille.

Un éventail de 26 empreintes ont été réalisées sur des échantillons de silex de grès éocènes, de silcrètes et de calcédoine. Ce choix est simplement dû à l'absence de structure de déformation postérieure à leur mise en place et à l'homogénéité de la matière supposée (exception faites des calcédoines).

La figure ci-dessous (Fig. 230) représente la variation des mesures de ténacité selon les deux méthodes et permet de comprendre en partie ces écarts dans les valeurs. Il en ressort que lorsque le rayon de fond d'entaille est faible, la ténacité mesurée décroît vers une valeur

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

asymptotique. L'indentation engendre des fissures qui peuvent faire baisser la valeur de K_{Ic} lorsqu'elles sont trop grandes. Ainsi lorsque la clarté de l'empreinte est meilleure que celle de l'entaille (zones 3, 4, 5, 6 et 9 de la figure ci-dessous), Kc (Indenté) ≥ K_{Ic} (SENB). Lorsque les deux méthodes sont fines les ténacités sont toujours différentes. Cette différence est liée au tassement qui se produit au moment de la formation de l'empreinte d'indentation.

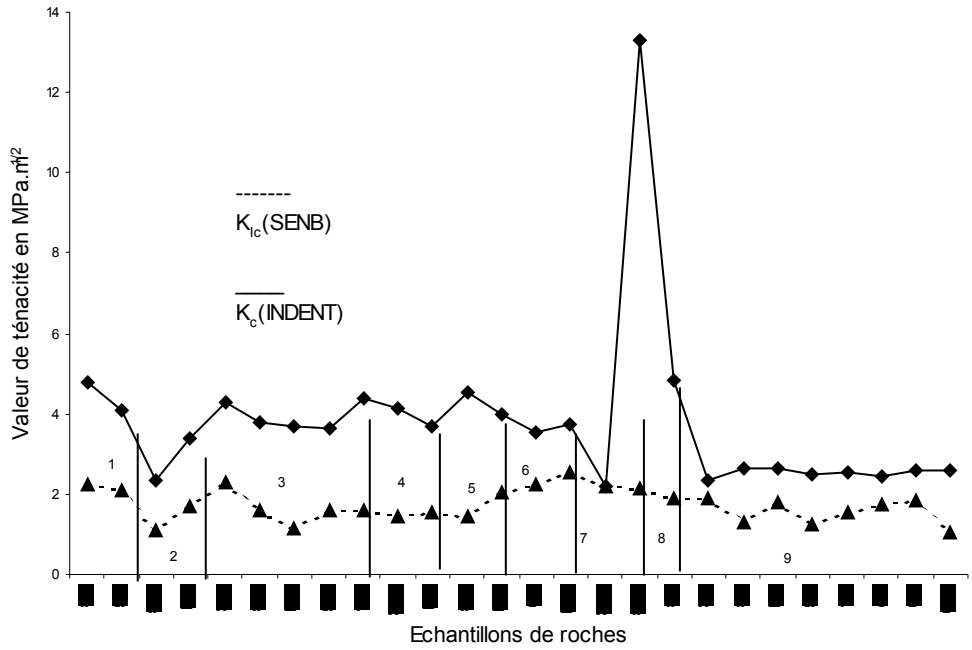


Fig. 230. Analyse comparée de la ténacité suivant la méthode par indentation et de l'entaille SENB

Tabl. 89. Synthèse de la correction des mesures de ténacité des études de G. Kervarec (2002), N. Molinès et *al*. (2006) comparés à ceux de B. Huet (2006)

	Kc (Molinès et *al.*, 2003)	**Kc (Huet, 2006)**	**K_{Ic} (Huet, 2006)**	**Kc (Kervarec, 2002)**	**Kc (Molinès et Kervarec corrigé)**
Microgranite	-	2 ± 0,3	**1,4 ± 0,2**	1,7 ± 0,1	**1,1 ± 0,1**
Dolérite	-	2,3 ± 0,2	**1,4 ± 0,3**	1,9 ± 2,5	**1,3 ± 0,1**
Rhyolite	-	-	**-**	1,6 ± 0,1	**1 ± 0,1**
Tuf	-	2,3 ± 0,7	**1,2 ± 0,2**	2 ± 0,1	**1,2 ± 0,1**
Kervouster (Grès éocène)	0,8 ± 0,09	-	-	0,8 ± 0,1	**1**
Bois du Rocher (Grès éocène)	0,94 ± 0,07	-	-	0,9 ± 0,1	**1,2 ± 0,1**
Plouhinec (Grès éocène)	1 ± 0,08	-	-	1 ± 0,1	**1,1**

Cette étude comparative nous a amené à choisir la méthode de l'entaille afin de quantifier la ténacité des matériaux. En effet, les valeurs de ténacité obtenues par indentation sur les grès éocènes et surtout les quartzarénites de Montbert provenant des études de N. Molinès et *al*. (2003) donnent des valeurs très faibles par rapport aux valeurs obtenues au cours de nos travaux. Les analyses effectuées au cours des travaux de B. Huet (2006) quant elles montrent des valeurs de ténacité par indentation presque deux fois supérieures à celles obtenues par SENB. Afin d'appliquer une correction à ces valeurs trop faibles, une analyse comparative

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

des résultats provenant de phtanites à phase organique carbonée importante et des grès éocènes a été effectuée. Il en ressort que ces valeurs de grès sont au moins en moyenne 30% inférieures à la valeur moyenne des échantillons de phtanites. Le rapport de ± 0,3*K_c a été alors choisi. Le tableau ci-dessus (Tabl. 89) synthétise les résultats de cette correction et ceux obtenus par ténacité SENB par B. Huet (2006).

3-3-3- La fragilité

L'analyse de la fragilité de l'ensemble des matériaux étudiés dans ce travail est synthétisée sur le graphique ci-dessous (Fig. 231 et Tabl. 90). Elle permet d'envisager la différenciation de trois grands ensembles de valeurs.

Le premier ensemble de valeurs (≈ 2000 – 4000 $m^{-1/2}$) : l'indice de fragilité de la métadolérite de type A de Plussulien et des ultramylonites de Kerboudou est très faible. Cette observation permet de justifier la forte exploitation de la première au Néolithique moyen et final et une faible exploitation de la seconde au Mésolithique récent et final.
Les silex de Normandie (Rânes 1, Rânes 2, Cinglais, Rônai, Saint-Pair), les phtanites des affleurements de Callac (Kerhuellan) et de Saint-Lô/Coutances (Coutances), les cataclasites sud armoricaines (Keriou-Saint-Maur) et les cataclasites nord armoricaines (Le Cosquer) appartiennent à ce premier ensemble de valeurs. Ils sont par conséquent moins fragiles que les autres matériaux du Mésolithique final. Si la portée des cataclasites nord armoricaines (cataclasites de Mikaël) au cours du Mésolithique final semble limitée, ce caractère est à imputer soit à la méconnaissance des populations, soit à la limitation des affleurements dans l'espace et en quantité de matière.

Le second ensemble (≈ 4000 – 6500 $m^{-1/2}$) : la majorité des matériaux armoricains appartiennent à cet ensemble, à l'exception des formations gréseuses à structure très hétérogène et à maturité faible. Dans le système Téviécien et Retzien (Mésolithique final), les matériaux les plus utilisés appartiennent à cette unité.

Le troisième ensemble (≈ 6500 – 8000 $m^{-1/2}$) : composé uniquement de formations gréseuses hétérogènes, cet ensemble explique en partie les quantités faibles d'utilisation de ces matériaux par les populations mésolithiques et néolithiques. A l'inverse des faciès fins de siltites et d'arénites affleurant à Montbert, ces roches peu silicifiées et à leucoxène abondant se prêtent mal à la production d'armatures de chasse ou de pêche peu fragiles.

Nous avons observé tout au long de cette analyse une forte corrélation entre la structure macroscopique ou microscopique de la matière et la réponse mécanique liée. Selon le processus de formation ou de déformation sédimentaire, métamorphique ou magmatique, l'ensemble des propriétés mécaniques mesurées évoluent vers les valeurs les plus élevées pour le matériau considéré (silex, ultramylonites et cataclasites, cherts, phtanites, etc...) lorsque ce dernier présente la ou les structures les plus matures. La maturité du matériau est un critère important qui contraint la qualité et la quantité des produits désirés, ainsi que la continuité des systèmes technologiques et culturels du Mésolithique et du Néolithique.

Le Retzien et le Téviécien, tout comme et les autres systèmes culturels du Mésolithique final s'exprime par une maîtrise des territoires d'affleurement des matériaux et surtout un débitage opportuniste. L'opportunisme se manifeste au cours du débitage afin de maintenir un continuum technologique

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

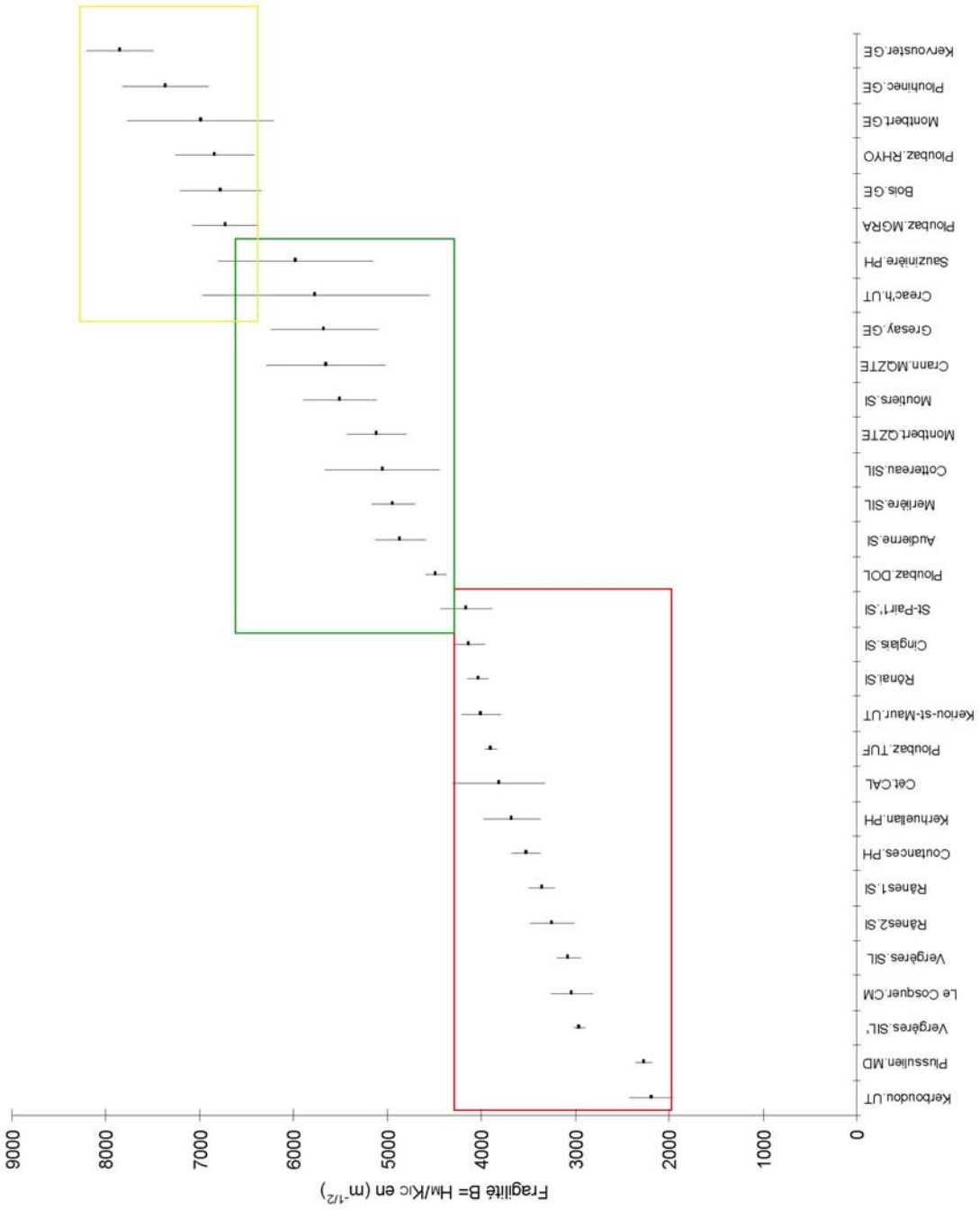


Fig. 231. Variation de la fragilité des matériaux armoricains et normands

Tabl. 90. synthèse des propriétés mécaniques moyennes des principaux matériaux du Mésolithique et Néolithique de l'Ouest de la France

Prélèvements	**Masse volumique ρ (g/cm^3)**	**Module d'élasticité E (GPa)**	**Coefficient de Poisson ν**	**Dureté Vickers H_v (GPa)**	**Ténacité SENB K_{Ic} ($MPa.m^{-1/2}$)**	**Fragilité B ($m^{-1/2}$)**
Kerhuellan.PH	2,44	67	0,21	5,4	1,6	3623
Keriou-st-Maur.UT	2,57	103,3	0,23	7,3	1,9	4088
Le Cosquer.CM	2,60	101	0,18	7,3	2,1	3831
Creac'h.UT	2,52	82	0,24	7,2	1,6	4919
Kerboudou.UT	2,55	71,3	0,24	3,9	2,1	2085
Rônai.SI	2,58	82,5	0,14	8,6	2,3	4012
Cinglais.SI	2,57	77,3	0,09	8,8	2,3	4107
Rânes2.SI	2,55	79,7	0,15	6,7	2,3	3229,
Rânes1.SI	2,55	78,2	0,12	7,8	2,5	3351
Montbert.QZTE	2,57	81,2	0,15	8	1,7	5032
Audierne.SI	2,57	88	0,17	7,6	1,8	4561
Cottereau.SIL	2,60	90,8	0,16	7,9	1,8	4705
Moutiers.SI	2,56	81,4	0,15	7,6	1,5	5307
Crann.MQZTE	2,56	83,5	0,14	7,5	1,5	5533
Montbert.GE	2,60	81	0,14	7,3	1,3	5908
Bois.GE	2,63	85,2	0,09	7,1	1,2	6208
Kervouster.GE	2,67	89,3	0,12	7,4	1,1	7583
Plouhinec.GE	2,62	90,1	0,10	7,7	1,1	7350
Coët.CAL	2,60	80,5	0,12	6,4	1,7	4056
Gresay.GE	2,61	90,4	0,14	8,4	1,6	5423
St-Pair1'.SI	2,51	71,1	0,12	7,3	1,9	4070
Vergères.SIL'	2,61	75	0,17	6,6	2,4	2951
Merlière.SIL	2,66	90	0,14	6,6	1,5	4833
Coutances.PH	2,62	93	0,09	6,8	1,9	3753
Sauzinière.PH	2,54	94	0,37	6,7	1,4	5201
Vergères.SIL	2,64	77,4	0,03	6,5	2,3	3059
Plussulien.MD	3,04	120,2	0,23	4,7	2,2	2259
Ploubaz.DOL	2,78	89,2	0,23	5,9	1,2	5083
Ploubaz.MGRA	2,62	88,1	0,20	6,9	1,1	6641
Ploubaz.RHYO	2,63	68,2	0,20	6,5	1,0	6827
Ploubaz.TUF	2,70	88,1	0,28	4,5	1,3	3793

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

4- La hiérarchisation des matériaux par les techniques exploratoires multivariées

Après avoir discuté de la représentativité des résultats selon les paramètres et tenté de relever les variabilités structurales liées à la dispersion des mesures, un essai de classification des roches selon leur origine et nature pétrographique est nécessaire afin d'évaluer les rapports théoriques entre matériaux. Deux échelles d'analyse sont à considérer : l'échelle de la roche (macrostructure) et l'échelle de la microstructure. Dans le premier cas, les comparaisons des roches les unes aux autres et entre gisements de nature pétrographique semblable est possible. Dans le second cas, une classification des microstructures ou faciès permettra d'estimer la réponse théorique de chaque faciès au sein d'une industrie. Une comparaison de différentes méthodes de classification (CAH et ACP) sera faite, ce qui permettra de juger ou de critiquer les modèles qui seront établis[1].

4-1- La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

La classification ascendante hiérarchique utilise des mesures de dissemblance ou de distances entre les roches pour former des classes. La nature des paramètres mécaniques et leurs gradeur est très variable. Une classification simple ne tenant pas compte de la grandeur des valeurs sera contrainte par les paramètres possédant des valeurs élevées tel la dureté Vickers et le Module d'Young. Les mesures seront donc pondérées par rapport aux moyennes de chaque paramètre. Ainsi l'ordre de grandeur des paramètres étant la même, leur contribution sera représentative de leur pertinence. Les données pondérées peuvent être utilisées telles quelles, mais la hiérarchisation peut aussi se baser sur la matrice de corrélation des roches ou échantillons entre eux. Les seuils de probabilités choisis pour discuter la nature des liens entre prélèvements sont : $p<0,05$ (corrélation significative) , $p<0,01$(corrélation assez significative) et $p<0,001$(corrélation très significative).

4-1-1- La mesure des distances 1-r de Pearson

Le Logiciel Statistica (Version Master 6) propose plusieurs mesures de la distance ou indice de dissemblance entre individus. Après avoir testé plusieurs type de distances, nous avons choisi d'adopter la distance du 1-r de Pearson.

4-1-2- L'agrégation : la méthode de Ward

Cette méthode se distingue en ce sens qu'elle utilise la variance approchée afin d'évaluer les distances entre classes. Elle tend à minimiser la Somme des Carrés de tous les couples (hypothétiques) de classes pouvant être formés à chaque étape (Ward, 1963). La taille des classes induites est alors très réduite, ce qui est important dans l'évaluation des différences locales.

[1] Les modèles établis sont valables pour la base de données obtenue au cours de ces travaux et sont par conséquents évolutifs selon la densité des données

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

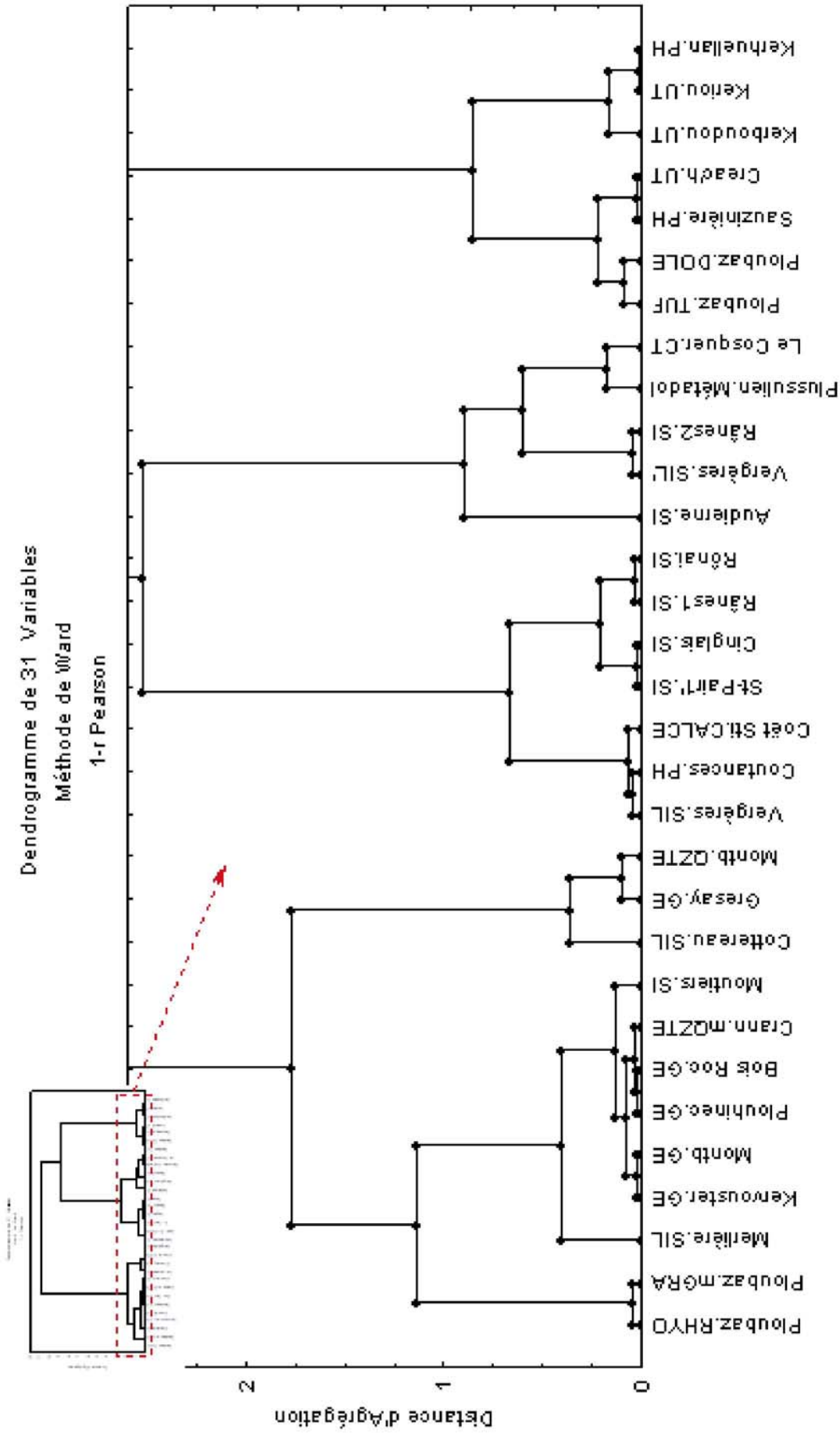


Fig. 232. Schéma d'agrégation (ensemble des prélèvements de roches)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

4-2- L'Analyse en Composantes Principales réduite(ACP)

L'analyse en composante principale exploite la matrice de corrélation des prélèvements calculée avec une probabilité de dissemblance inférieure à 0,05. Comme dans le cas de la CAH, les valeurs brutes des variables sont pondérées par rapport aux valeurs moyennes pour l'ensemble des paramètres. Ceci afin de donner le même poids à tous les individus dans la projection.

Le nuage de point univarié défini par la projection des individus suivant les axes factoriels principaux F1 et F2 ne permet pas de délimiter de manière précise les ensembles ou classes de prélèvements. Afin de mieux visualiser les classes, nous avons effectué une division de l'aire de cartographie grâce aux tracés de *Vonoroi*. Ce tracé spécialisé est plus une technique analytique qu'une simple méthode de représentation graphique des données. Le tracé de *Voronoi* divise l'espace entre des points de données individuels représentés par leurs coordonnées X-Y dans un espace en 2D. La division est telle que chacun des points est entouré par des bornes délimitant l'aire qui est plus proche de ce point que de n'importe quel autre point. Dans les tracés de *Voronoï*, chaque point est isolé de ses voisins par des lignes droites, de sorte que tout ensemble de coordonnées X-Y, à l'intérieur de l'espace défini, est plus proche de son barycentre que de n'importe quel autre point.

4-3- Résultats et analyse

4-3-1- A l'échelle des roches (sites échantillonnés)

Pour une distance d'agrégation d<2,75, l'ensemble des variables se regroupent en trois grandes classes, avec un seuil de probabilité de $p < 0,05$. Au sein de l'ensemble de points de l'ACP, les silex de la Baie d'Audierne ainsi que les rhyolithes et microgranites sont assez isolés. Cet éloignement des sous-ensembles ou sous-classes les plus proches permet d'envisager une subdivision des ensembles grands ensembles définis par la CAH (Fig. 232) en sous ensembles restreints pour une distance d'agrégation inférieure à 0,6. contrairement à la CAH, l'ACP donne une vision de la proximité dans l'espace des altérites de Cottereau et de la calcédoine du Clos (r=0,43). Cependant le corrélation entre Cottereau et Montbert (quartzarénites) est plus forte (r=0,71). Au total, les trois classes sont ainsi constituées :

- **Classe1** : ensemble des formations gréseuses et quartzitiques du Massif armoricain, ainsi que de les silex littoraux des Moutiers en Retz et les silcrètes vendéennes de la Merlière. Ainsi, les quartzarénites de la région de Montbert possèdent des propriétés mécaniques assez significativement proches du silex des Moutiers en Retz. L'influence grandissante de ce matériau au cours de la transition Mésolithique-Néolithique reste fortement liée à la proximité des matériaux et à l'utilisation qui en est faite. C'est encore cette proximité entre les matériaux qui explique la part importante de quartzarénite dans la région de Poiré-sur-Vie tout au long du Néolithique. Les produits allongées (lames pressigniennes) s'imposent à cause des modules des blocs initiaux. Les roches locales sont alors essentiellement destinées à la confection de l'outillage commun. Les rhyolites et les microgranites des estrans et des falaises littorales de la partie Nord du Massif armoricain font également partie de cet ensemble.
- **Classe 2** : ensemble des silex bas-normands, phtanites normands (Coutances), des silex d'Audierne et silcrètes vendéennes. Cette classe comprend également la métadolérite type A de Plussulien. (Fig. 232). La présence de phtanites massifs de la

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

formation de Coutances/Saint-Lô (Haute Normandie) au sein de cette classe est un marqueur important pour l'estimation d'une probable utilisation de cette roche au cours du Mésolithique et du Néolithique.

- **Classe 3** : ensemble des formations métamorphiques armoricaines et des phtanites bretonnes et vendéennes. L'écart entre ces roches et les autres formations siliceuses locales (silex côtier, grès) explique en partie les proportions parfois élevées de silex au sein des ensembles intérieurs du Mésolithique breton, bien que le système de collecte des modules bruts dessine des territoires restreints.

Dans un système culturel, ou un ensemble technologique, présentant un ou plusieurs matériaux de ces deux classes, l'existence de méthodes de débitage différentiel tendant à optimiser ou à standardiser les productions témoigneraient alors d'une maîtrise technique forte et inversement.

En observant les corrélations fortes ($p < 0,05$), on constate que pour une distance d'agrégation inférieur à 0,6 certains gisements sont fortement semblables :

- Le groupe des formations gréseuses et quartzite (**Sous-Classe 1A**) se démarquent des silex des Moutiers-en-Retz (**Sous-Classe 1A**) pour $p < 0,001$. Les silex de la Plage des Moutiers-en-Retz présentent toujours des qualités mécaniques fortement similaires aux grès. Ainsi, avec des matériaux du système technique du Retzien et du Téviécien, ce groupe nous permet de supposer que la différence entre ces deux systèmes culturels, notamment en ce qui concerne les types d'armatures, se justifie plus par des choix culturels que par des exigences techniques liées à la matière (exemple de matériaux du Retzien : Montbert.GE, Moutiers.SI ; matériaux du Téviécien : Crann.mQZTE, Kervouster.GE). La séparation de ce groupe de matériaux des silex du littoral Ouest finistérien devrait s'exprimer au sein des industries standardisées par l'application de modalités de débitage différentes, et par une différence dans la nature ou la quantité des produits. Les industries mésolithiques des sites de Cobalan (La Forest-Landerneau), de Creac'h Miné Vihan (Saint-Thurien) et de Kerhuellan (Plusquellec) (*cf.* § quatrième partie) témoignent bien des différences liées aux qualités des matériaux. Si les modalités de débitage sont similaires, les proportions sont variables. Les sites littoraux actuels (exploitation de silex intense) ont montré des indices de percussion tendre ou indirecte plus marqués que ceux des sites de l'intérieur à matériaux. Il est fort de constater que les indices de percussion à la pierre, sur les sites à fort débitage de matériaux alternatifs, concernent essentiellement les silex d'importation.

- La **sous-classe 1B** se différencie de la sous-classe 1A par l'apparition des faciès fins à très fins et à silicification homogène des grès éocènes (quartzarénites de Montbert et des grès de Gresay). Elle comporte également une partie des altérites vendéennes (Le Cottereau). La structure de ces altérites (microquartz équigranulaires et oxydes de fer abondants) engendre une réponse identique à celle des quartzarénites.

- L'ensemble formé par les blocs de microgranite et de rhyolite du littoral (Ploubazlanec, Côtes d'Armor) représente la **sous-classe 1C**.

- La **sous-classe 2A** comprend certaines altérites des vendéennes (Vergères), la calcédoine morbihannaise (Cöet-Stival) et les phtanites normandes (Coutances). Si à

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

p<0,05, le silex du Cinglais est lié aux phtanites de Coutances (r=0,83), il est néanmoins plus proche des silex de Rônai (r=0,90) et des Rânes (r=0,87). Il est par conséquent plus juste d'associer les silex normands dans une sous-classe différente.

- La **sous-classe 2B** est représentée par les cataclasites de Mikaël (Le Cosquer), la métadolérite de Plussulien, une partie des silex de Rânes (Rânes2) et les altérites des Vergères.

- L'ensemble des silex de la région Basse-Normandie (Rônai, Rânes, Cinglais, Saint-Pair) ont été regroupés dans la **Sous-Classe 2C**. Cependant, pour p< 0,001, des liens forts permettent de relever des sous–types plus convergents. Les silex de Rônai et des Rânes (Orne) forment un **Type 1** bien distinct du **Type 2** formé par les silex de Saint-Pair et des Moutiers-en-Cinglais (il s'agit d'une échelle basée essentiellement sur les faciès à forte maturité structurale décrits au cours de l'étude géologique et mécanique). Peut-on alors en déduire une hiérarchisation de la qualité mécanique des silex de la marge occidentale du Bassin Parisien ?

Le Type 2 renferme des éléments de module moyen (Saint-Pair) et possédant une dureté et une rigidité moins élevées que celles des silex du Cinglais (module des blocs grands). Ces deux silex sont proches par leur fragilité sensiblement égale à 4100 $m^{-1/2}$. La différence de taille des blocs de silex observés dans le cas du Type 2 s'observe également pour les silex de Type 1. Les silex de Rônai qui sont en continuité avec ceux des Moutiers-en-Cinglais présentent les modules les plus grands. Il reste difficile d'évaluer l'importance de ces différences entre silex du même type, mais on peut s'attendre à observer des modalités de débitage ou des dimensions de produits variables. Si la valeur de la fragilité est presque constante au sein du Type 2, les silex de Rônai (Type 1) se rapproche un peu plus du Type 2 par sa fragilité et ses modules de blocs.
La baisse de la fragilité des blocs de silex des formations d'argiles à silex situées au sud vers les formations nord de la Basse-Normandie pourrait révéler avec une multiplication de données, une gradation de la maturité de la diagenèse et sans doute du degré de décarbonation des formations calcaires initiales. Si tel est le cas, on peut aussi supposer une désilicification intense des silex selon cette même direction Sud-Nord. La petite taille des rognons de silex de Saint-Pair témoignent alors d 'une intense désilicification. Laignel et Meyer avaient déjà observé dans le Bassin Parisien une désilicification intense des silex en lien avec l'augmentation de la fraction argileuse des formations résiduelles.

- La **sous-classe 2D** compte un seul représentant : les silex de la Baie d'Audierne. Selon la CAH et l'ACP (Fig. 232 et 233 ; Tabl. 91, 92 et 93, Annexe 4), ce matériau s'isole de l'ensemble des autres matériaux de la classe 2.

- Les phtanites vendéens et le faciès d'ultramylonites moyennement déformés de Creac'h Miné Vihan (Saint-Thurien, Finistère) forment la **Sous-Classe 3A,** ainsi que les tufs kératophyriques et la dolérite. Ces matériaux n'appartiennent pas au même système technique. Cependant la place qu'occupe les deux premiers matériaux dans le modèle d'approvisionnement mésolithique permet de relativiser l'importance de la proximité des gisements. En effet, si la proximité des gisements est le facteur principal de la définition du territoire d'acquisition, la concurrence de matériaux à forte isotropie reste de règle.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

- Le couple formé par les cataclasites du gisement de Keriou-St-Maur (Languidic, Morbihan) et des phtanites du site-carrière de Kerhuellan (**Sous-Classe 3B**) atteste d'une possible exploitation des faciès cataclastiques des roches déformées du Cisaillement Sud Armoricain (CSA) tout comme ceux du CNA (gisement de Le Cosquer) (**Sous-Classe 2B**).

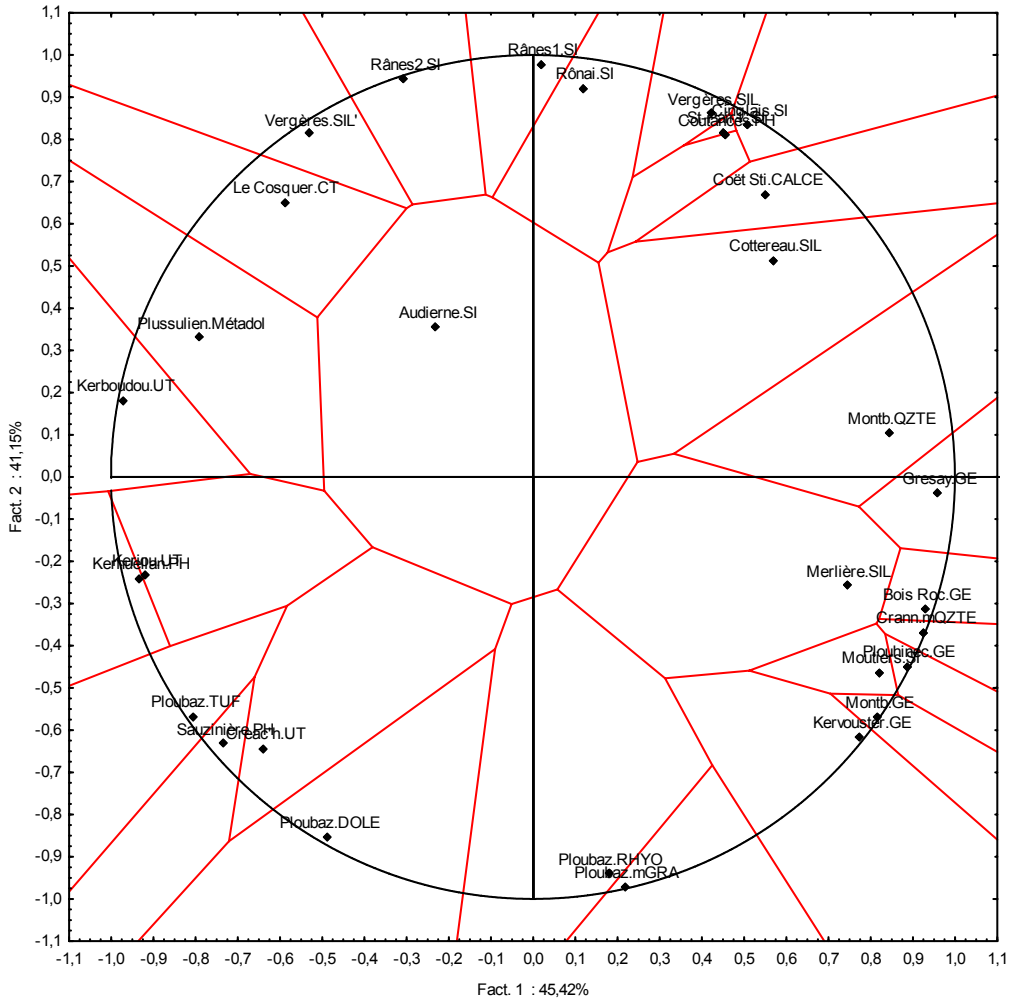


Fig. 233. Projection des sites échantillonnés suivant les axes factoriels F1 et F2 des roches

Pour les sites attribués au Mésolithique moyen (Groupe Bertheaume en Finistère) tels Kerboudou (proche de Kerboudou2), la Villeneuve (commune de Locunolé) et la Trinité-Goarem-Lann (Melgven), l'ultramylonite est faiblement représentée dans les collections. Ceci nous permet de croire en une probable faiblesse de la quantité des roches locales dans les ensembles antérieurs au Mésolithique final si les qualités mécaniques de ces roches s'éloignent fortement de celles des silex de référence (Audierne, sous-classe 2D).
Les silcrètes se répartissent à la fois au sein de la classe 2 (2A et 2B) et 1 (1A et 1B), d'où toute la difficulté à intégrer ces matériaux dans le système Retzien (en Pays-de-la-Loire).
Les classes constituées ci-dessus sont fortement contraintes par l'affinité des roches selon l'un des paramètres mécaniques analysés. Ainsi, la ténacité est le paramètre qui lie les roches de la classe 2, le coefficient de Poisson lie les roches de la classe 3 et la fragilité ceux de la classe 1 (Fig. 234).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

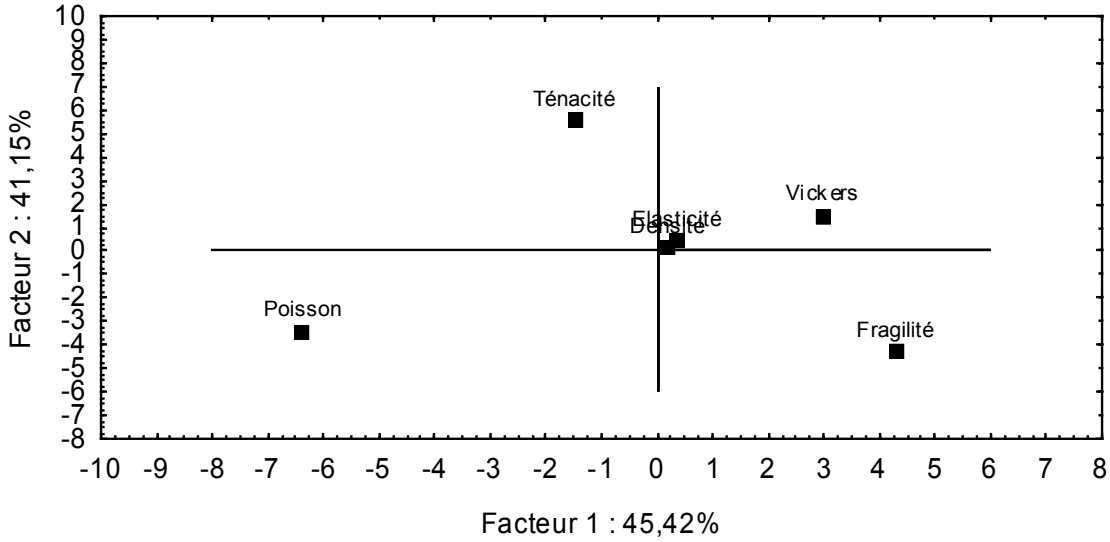


Fig. 234. Projection des variables mécaniques suivant les axes factoriels F1 et F2 des roches

4-3-2- A l'échelle des échantillons (structures observées)

L'agrégation (CAH) des échantillons les range en trois grands groupes pour une distance d'agrégation supérieure à 20. Cette cartographie est aussi respectée dans le cas de l'ACP (Fig. 236). A l'inverse de la CAH, les trois groupes sont mieux visibles. Cependant si l'on reconsidère les critères classes préalablement définis, c'est-à-dire une distance inférieure à 2,75 pour les classes et inférieure à 0,6 pour les sous-classes, on obtient une dispersion plus forte des variables. Au sein des classes, se rencontrent des échantillon,s appartenant à l'une et l'autre des trois grandes classes résultant de la hiérarchisation des roches (classes 1, 2 et 3). Cependant, la distribution des échantillons reste fortement contrôlée par celle des roches et par conséquent par les paramètres physiques de la fragilité, la ténacité et le coefficient de Poisson. Ainsi, dans l'un et l'autre des trois grands groupes, se retrouvent essentiellement les échantillons dont les roches appartiennent essentiellement à la même classe. Ces trois grands groupes d'échantillons peuvent être redistribuées en 10 classes, elles mêmes composées de sous-classes (dont 2 à 3 en moyenne par classe).

- Le Groupe A

Ce groupe rassemble essentiellement les grès et de rares altérites ainsi que les silex du littoral des Moutiers-en-Retz, répartis en trois classes.

La **classe C** de ce groupe annonce une différence forte entre les faciès de grès de Montbert (**C1**) et ceux de leurs semblables du bois du Rocher et de Kervouster (**C2** et **C3**). Les deux premières classes renferment des exemples à microstructures sub-matures (hétérométrie faible à moyenne) alors que les deux derniers présentent des faciès d'arénite et immatures (hétérométrie forte à moyenne). L'ensemble de ces faciès sont peut-être peu tenaces, mais très peu fragiles.

- Le Groupe B

La particularité de ce groupe est la présence d'une majorité d'échantillons de grès, silex, calcédoine, quartzite, altérites et phtanites de Coutances (Basse-Normandie). Il correspondrait à la totalité de la **classe 2** (silex normands et phtanites de coutances) et une partie de la **classe 1** différenciées précédemment dans le cas des prélèvements de roches.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La **classe A** concentre presque la totalité des silex bas- normands. Ce sous-groupe est l'image de la **sous-classe 2C.** Ces deux classifications témoignent de la forte différence qui existe entre ces silex et l'ensemble des matériaux présents sur le Massif armoricain. L'appartenance stricte de la métadolérite de Plussulien à la Classe 2 (**sous-classe 2B**) est discutée dans le cas des échantillons. Ce matériau appartient à présent en partie aux **groupes A** et **Groupe C** (analyse ci-dessous) et qui comprend la majorité des roches métamorphiques armoricaines ainsi que les phtanites des formations de Callac et de Vendée. Au sein de la classe **A** , on retrouve également tous les microfaciès phylliteux ou caclcédonio-phylliteux des microquartzites nord armoricains. Les faciès quartzitiques ou calcédonio-quartzitiques de ces matériaux présentent des propriétés proches de celles des éléments du Groupe C.
Certains faciès d'ultramylonites (roches apparaissant essentiellement au sein de la **classe B** peuvent témoigner du comportement variable face aux faciès des matériaux au sein d'une population donnée.

- Le Groupe C

Le groupe C, à l'instar de la classe 3 (analyse des roches) est principalement composé de roches métamorphiques et magmatiques métamorphisées. L'on rencontre néanmoins des éléments de dolérite et de métadolérite. Cette remarque est sans doute liée à la présence de nombreuses microfailles ou diaclases dans ces matériaux.

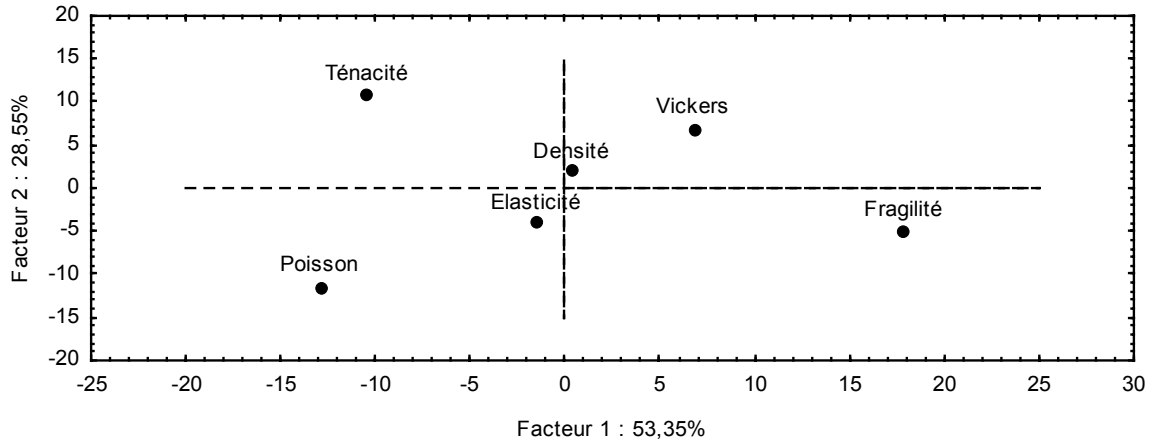


Fig.235. Projection des variables mécaniques suivant les axes factoriels F1 et F2 des échantillons par roche

4-4- Conclusion

Les variations des qualités mécaniques des matériaux ont été évaluées et appréciés par la recherche des paramètres structuraux qui contraignent les classifications ou les catégorisations proposés. L'importance des systèmes techniques dans lesquels les matériaux sont exploités est indéniable. Du Mésolithique final au Néolithique final, l'intégration des matières locales à ténacité élevée et aux volumes des blocs grands sera beaucoup plus aisée, avec l'arrivée des procédés techniques du polissage et du meulage qui s'appliquent au lames de haches polies. Ainsi, les galets de roches magmatiques littorales et autres roches magmatiques de l'intérieur peu appréciées dans les sociétés mésolithiques aux productions moins variées que celles qui leurs succèdent, se verront mieux appréciées.
Certains matériaux tels les cataclasites du Cisaillement Nord Armoricain, s'intègrent moins bien dans un système mésolithique que paléolithique ou probablement néolithique. Les volumes des blocs et les qualités mécaniques se rapprochent de ceux des roches utilisées au

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Paléolithique et de certains silex de Basse-Normandie, et montrent que la variété des productions et les procédés techniques ne sont que temporellement appliqués. La surimposition des silex bas-normands dès le début du Néolithique et la divergence très marquée de ces silex par rapport aux roches locales laisse penser que les changements se sont effectués de manière plutôt brutale.

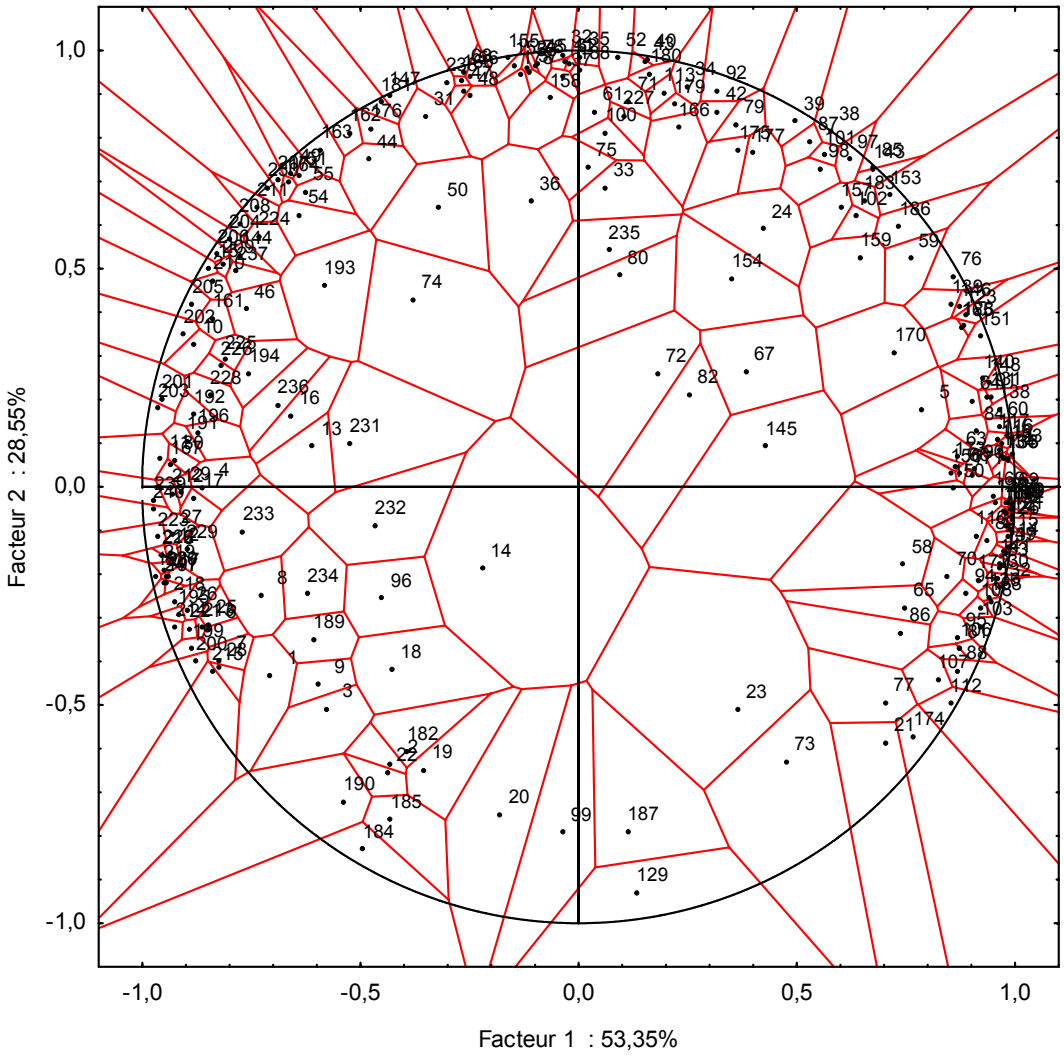


Fig. 236. Projection des échantillons de roches suivant les axes factoriels F1 et F2 des échantillons

La catégorisation des échantillons de roches au sein des sites et gisements analysés montre, tel dans le cas de la classifications des sites, une corrélation forte avec certains paramètres mécaniques (Fig. 235). La fragilité lie les échantillons du groupe A, la ténacité lie les échantillons du groupe B et la coefficient de Poisson ceux du groupe C. Ces groupes sont majoritairement composés respectivement d'échantillons provenant de roches des sites et gisements des classes 1, 2 et 3.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

5- Evaluation et appréciation de la compétence des matériaux

5-1- Les paramètres d'analyse

* L'utilisation bénéfique des matériaux peut se faire en sélectionnant les matériaux permettant une maximisation de la charge appliquée sans que ne se produise une déformation plastique des arêtes. **L'indice de performance** ou **ténacité des arêtes** s'écrit alors :

$\mathbf{M_1 = H^3/E^2}$ (Ashby, 1992)

* **L'énergie de fracturation** est liée à la ténacité et au module d'Young. Cette énergie peut être exploitée dans le cas de la mécanique du débitage ou de l'utilisation d'un outil. Elle est obtenue par la formule ci-dessous (B. R. Lawn et D. B. Marshall, 1978) :

$\mathbf{G_{Ic} = K_{Ic}^2/E}$ G_{Ic} en $J.m^{-2}$

Cette énergie traduit l'énergie nécessaire à la formation d'une cassure hertzienne ou de l'éclatement des bordures.
La relation entre M_1 et G_{Ic} est vérifiée dans le cas des matériaux fragiles (McCormick and Almond, 1990; McCormick, 1991; Morell and Grant, 2001), mais n'a aucune justification physique (Gogotsi and *al*., 2007).

* La **force d'éclatement** permet d'évaluer la dimension limite des produits qui peuvent être détaché en appliquant une certaine force. La formule empirique déduite des travaux de N. J. McCormick et E. A. Almond (1990) et N. J. Mc Cormick (1992) et permettant de quantifier ce paramètre est la suivante :

$\mathbf{P_c \approx 39.t.(K_{Ic}^2/E)^{0,75}}$ P_c en N, t en m

Cette formule est obtenue pour un détachement des produits par pression grâce à un percuteur conique en diamant de 120° d'angle et 0,2 mm de côté. Elle traduit néanmoins la force minimale à appliquer au niveau de la surface de contact du matériau et son percuteur ou son punch. Ce paramètre permet de mieux apprécier les efforts fournis par le tailleur préhistorique et le type de production la plus appropriée pour un matériau.

5-2- La compétence au débitage

L'énergie de fracturation des silex reste en général plus élevée par rapport à celle des autres matériaux. Ce constant est valable dans le cas des silex Bas-normands , mais ne l'est pas pour les silex des cordons littoraux atlantiques de l'Ouest de la France. Les matériaux qui nécessitent comme les silex Bas-normands, d'une quantité d'énergie suffisamment élevée pour le détachement d'éclats, comprennent l'ensemble des silcrètes tertiaires armoricaines (qui affleurent généralement dans les mêmes bassins sédimentaires que les grès d'âge Eocène ou les grès armoricains) et quelques rares ultramylonites sud armoricaines (Kerboudou). L'énergie de fracturation de ces matériaux est comprise en moyenne entre 50 $J.m^{-2}$ et 80 $J.m^{-2}$ (Fig. 237 ; Tabl. 94, Annexe 4).

A ce premier groupe de roches suit un second groupe constitué de matériaux ayant une énergie d'éclatement des bordures comprise entre 30 $J.m^{-2}$ et 50 $J.m^{-2}$. On retrouve dans ce groupe une partie des silcrètes tertiaires, les phtanites des formations de Callac et de

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Coutances/Saint-Lô et donc de Lamballe. On y retrouve également les silicifications fines de la Bretagne et des Pays de la Loire (calcédoine de Coët-Stival ou du Clos, quarzarénites de Montbert, grès de Montbert et silex des cordons littoraux), ainsi que les ultramylonites et cataclasites nord et sud armoricaines. La présence de la métadolérite de type A de Plussulien est un trait marquant de ce groupe. Avec $G_{Ic} \approx 42$ J.m^{-2} , la métadolérite de Plussulien ne nécessite pas une quantité d'énergie suffisamment élevée pour l'éclatement et donc pour le façonnage. Les cassures hertziennes se produisent alors plus facilement que sur les blocs de silex bas-normands et surtout certains galets de roches de cordons littoraux bretons. Les galets de dolérite, tuf ou microgranite du littoral nord armoricain sont en moyenne 1,5 fois à 1,75 fois plus résistants à la cassure que la métadolérite type A de Plussulien. Une production de haches polies en métadolérite nécessiterait alors moins d'énergie et de temps. Est-ce une raison de la prolifération de ce matériau au cours du Néolithique en Bretagne. Si la production de haches en fibrolite, éclogitites ou jadéitites nécessite plus de temps et d'énergie en raison de leur ténacité très élevée, leur durée de vie semble elle aussi plus grande. Ce critère de catégorisation des outils nous semble alors assez important pour révéler des choix ponctuels, ou culturels apparaissant au fil des temps préhistoriques.

Le troisième groupe (Fig. 237) se différencie du reste par ses valeurs très faibles de résistance ($G_{Ic} \approx 10 - 30$ J.m^{-2}). La présence de formations de grès eocènes grossiers , de certaines altérites tertiaires, des quartzites métamorphisés armoricains et des roches magmatiques peu ou pas métamorphisées des estrans, falaises et cordons littoraux montrent toute l'importance des phénomènes sédimentaires et métamorphiques sur la qualité de la matière.

En résumé, l'énergie de fracturation des bords permet d'émettre l'hypothèse d'une croissance de l'énergie de détachement d'éclats dans les conditions géologiques suivantes (ordre décroissant d'importance) : silicification fine (matériel originel fin ou dissolution forte de la silice), présence d'inhibiteurs de croissance du quartz (exemple de la matière organique), métamorphisme cataclastique intense.
Cette énergie permet également d'apprécier la qualité de la retouche des armatures. Lorsqu'elle est élevée, elle suppose une retouche mieux contrôlée et par conséquent une probable homogénéisation des dimensions des armatures. G. Marchand (2003) avait sur la base des dimensions des armatures, émis l'hypothèse d'un groupe **Finistère-nord** englobant les armatures obtenues à la fois sur les phtanites que sur les quartzites, d'un groupe **Finistère sud** comprenant essentiellement les armatures sur grès éocènes et d'un **style morbihannais** fortement influencé par les roches métamorphiques locales (mis à part les silex qui interviennent dans tous les faciès typologiques). Cette classification était essentiellement fondée sur les armatures en silex. Sous la base des matériaux locaux utilisés et selon nos critères mécaniques, Il nous semble toujours plus judicieux de différencier trois subdivisions stylistiques. Cependant, les territoires des styles Finistère-nord et Finistère-sud sont reconfigurés. Les industries obtenues sur quartzites et grès situés pour l'essentiel dans la partie Ouest du Finistère constitueraient alors un **style Finistère-Ouest** (Fig. 239). Le **style Finistère-Est** (Fig. 239) quant à lui s'étendrait alors des territoires d'affleurement des cataclasites de Mikaël et des phtanites de Callac. Dans la partie sud-est du Finistère, la présence des ultramylonites entraîne l'existence d'un style **Finistère-Sud** (Fig. 239) fortement influencé simultanément par le style Morbihan et le style Finistère-Est. Un **style Côtes-d'armor** (Fig. 239) devrait apparaître sur le territoire allant des phtanites de Callac à ceux de Lamballe, chevauchant alors à l'ouest le faciès Finistère-Est. Le territoire du **style Morbihanais** (Fig. 239) quant à lui reste inchangé. Les interactions entre ces styles régionaux sont sans doute très fortes, surtout dans les zones où les importations de matières locales sont très importantes (exemple du site de Brennilis).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Cette nouvelle classification concorde assez bien avec les styles définis par G. Marchand (2005a). Le style Beg-er-Vil définit par cet auteur et considéré comme étant le plus répandu dans le Finistère correspond à ce que nous avons qualifié ici de style Finistère-Ouest. Le style Hoëdic (Marchand, 2005a) est l'équivalent du style morbihannais. Quel que soit le nominatif attribué à ces styles, on constate toujours une forte corrélation aux matières premières exploitées.

Le Retzien, contrairement au Téviécien, semble montrer une homogénéité des matériaux principaux. Entre les quartzarénites de Montbert, les grès éocènes bien silicifiés (exemple de Gresay) et les silex littoraux (exemple les Moutiers-en-Retz), la compétition est peu marquée. Avec des énergies de cassures variant de 30 à 40 $J.m^{-2}$ au maximum, ils possèdent les mêmes qualités au débitage ou à la retouche. Les phtanites locales et les autres silcrètes, avec leurs énergies soient trop faibles une (≈ 20-25 $J.m^{-2}$), soient trop élevées (≥ 60 $J.m^{-2}$) (Fig. 237 ; Tabl. 94, Annexe 4). Une extrapolation des qualités des matériaux peut être faite vers les silex de l'embouchure de la Loire malgré leurs modules faibles.

On observe une convergence du G_{Ic} du style Finistère-Ouest vers le style Retzien. Ce dernier style est théoriquement proche du style morbihannais qui s'étend du sud-est de Finistère au littoral morbihannais. On devrait alors s'attendre à retrouver des ressemblances avec le style morbihannais. G. Marchand (2005) note une augmentation dominance des armatures asymétriques au sein du style morbihannais. Cette dominance est plus marquée dans le Retzien.
Avec des G_{Ic} quasi identiques entre les matériaux du style Hoëdic et ceux du Retzien, la dimension (épaisseur) des éclats de retouche devrait être identique sous des conditions similaires. Si la force de retouche (Fig. 238 ; Tabl. 94, Annexe 4) ne contraint pas alors véritablement la dimension des armatures, le choix technologique de fabrication de produits identiques mais de taille différente ne peut trouver sa raison que dans une volonté culturelle.
Les valeurs très élevées du G_{Ic} des silcrètes pose le problème de la dimension des produits de retouche. Leur retouche peut être estimée plus grossière car nécessite beaucoup d'énergie, or la retouche contrairement au débitage principal nécessite moins d'énergie. Théoriquement, ils devraient être destinés à la production d'outils communs (grattoirs ou racloirs).
Au sein du Retzien, la distinction entre les industries du Bocage vendéen de celles du littoral actuel permet d'envisager l'existence de deux styles régionaux moins contrastés que dans le Téviécien. Le **style Retzien-Ouest** (Fig. 239) couvre tout le littoral Mésolithique jusqu'aux abords du bocage vendéen diffère. Il coexistence avec un **style Retzien-Est** (Fig. 239) qui s'étalerait du sud-est de la Loire-Atlantique au bocage vendéen entier.

L'émergence du **Villeneuve-Saint-Germain** amène à l'ouest des silex qui nécessitent une grande quantité d'énergie indispensable à l'éclatement des bords. Avec des valeurs en général supérieures à 60 $J.m^{-2}$, ces silex sont proches des paléoaltérites ou silcrètes vendéennes, galets littoraux nord armoricains (dolérite, tuf, microgranite) (Tabl. 94, Annexe 4 ; Fig. 237). Si les valeurs de G_{Ic} sont élevées, ceci oblige à la production d'éclats de grandes dimensions. Ainsi, de part leurs volumes (grands blocs), les silex bas-normands se prêtent assez bien à la fabrication de produits sur masse centrale (haches polies, lames de couteaux). Cependant, on remarque que le débitage des silex bas-normands se fait par percussion tendre et indirecte. L'emploi de cette technique vise à détacher des produits allongés et minces.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

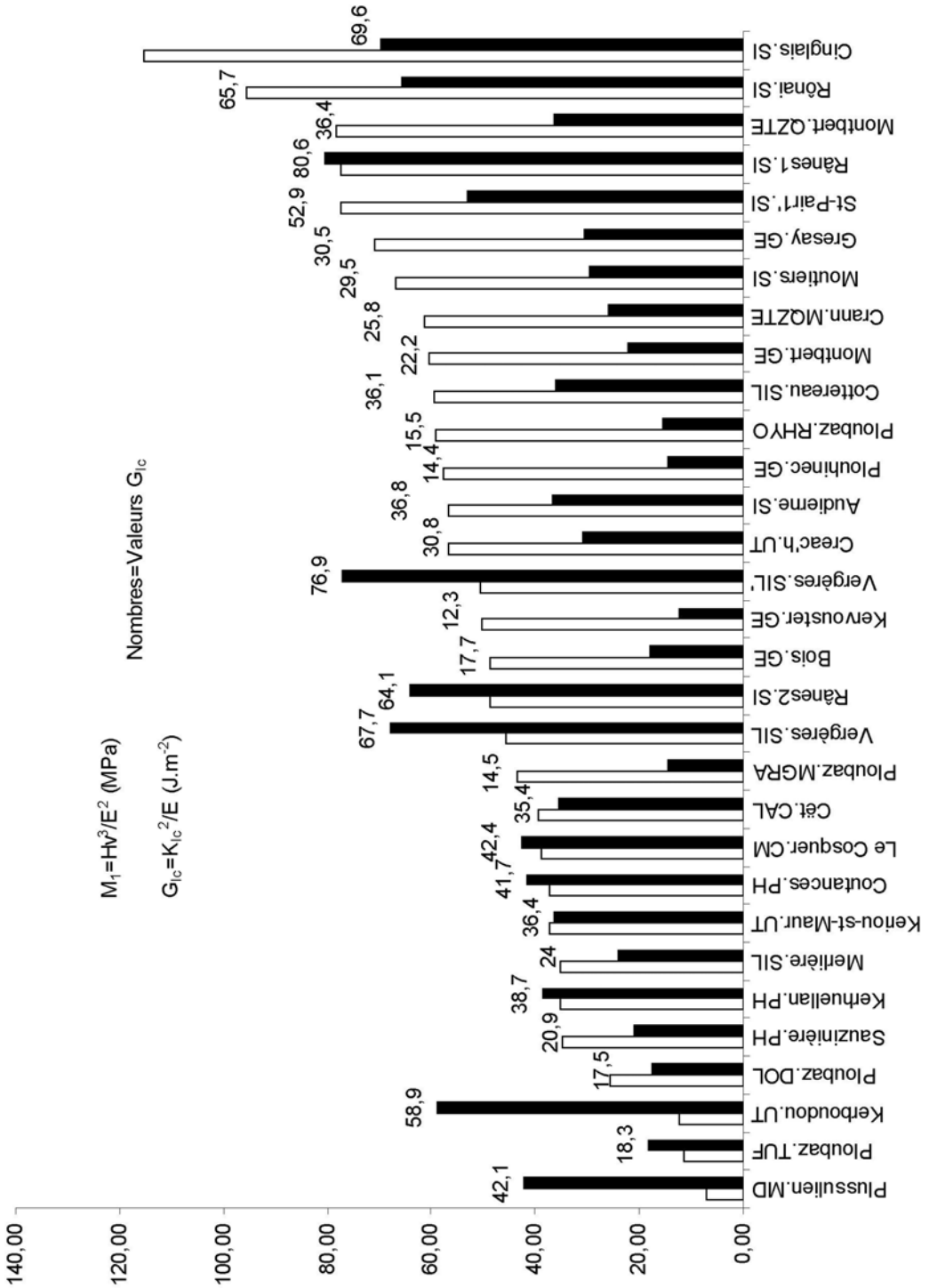


Fig. 237. Histogramme de variation de l'indice de performance (M1) et de l'énergie de fracturation (GIc) des principales roches sur le Massif armoricain

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

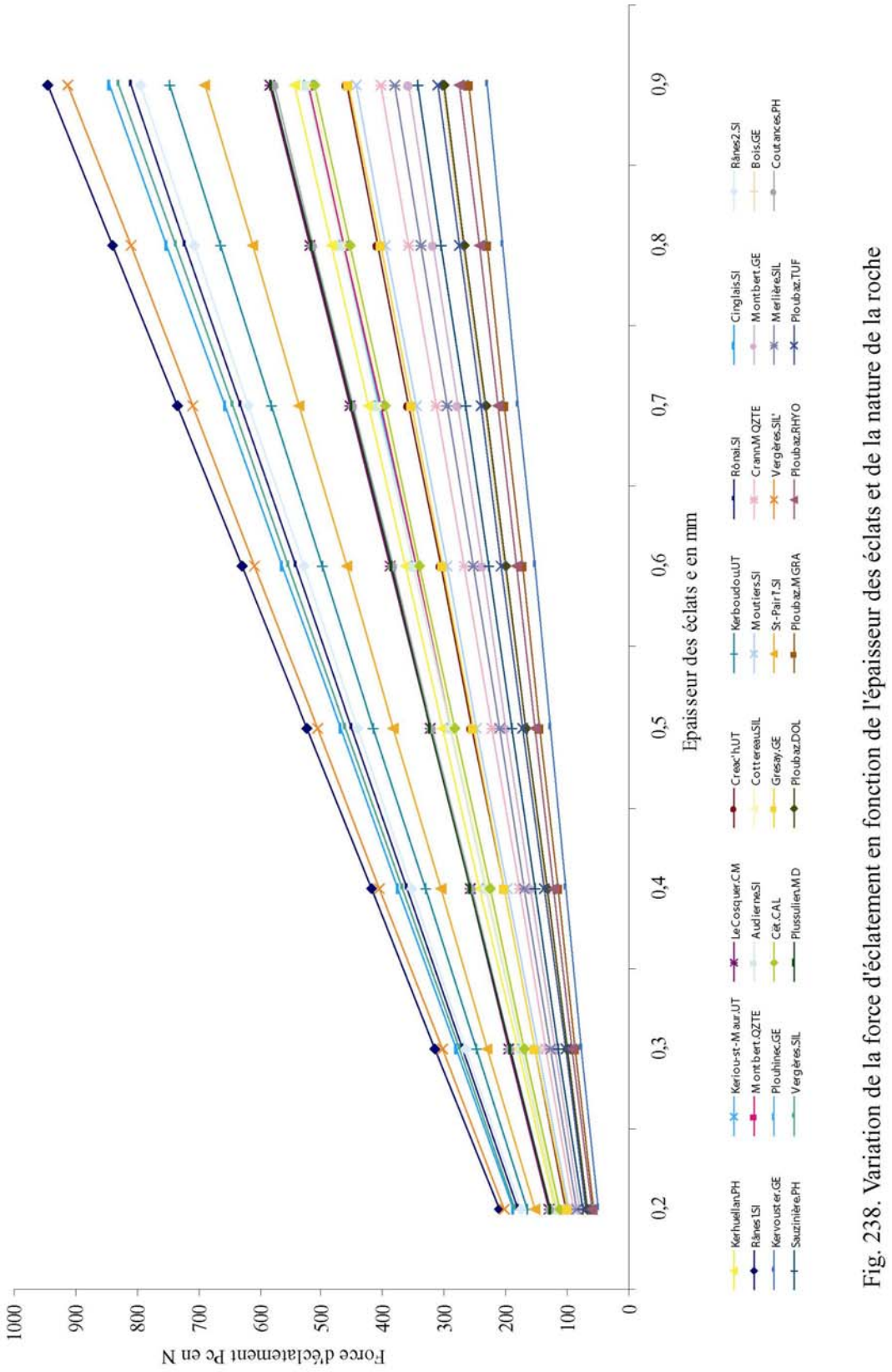


Fig. 238. Variation de la force d'éclatement en fonction de l'épaisseur des éclats et de la nature de la roche

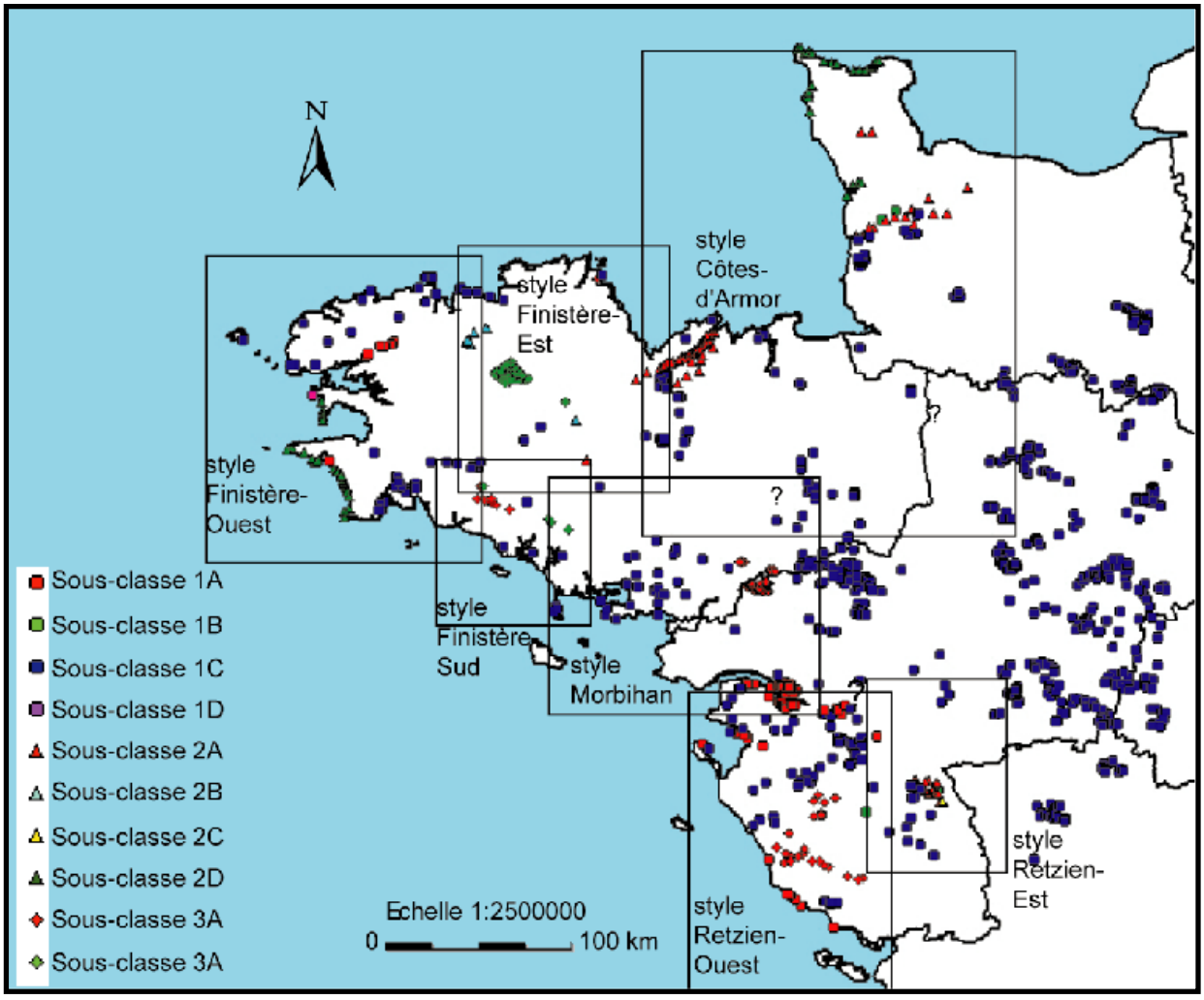


Fig. 239. Cartographie des sous-classes de roches selon leurs propriétés au débitage et à l'utilisation. Les rectangles représentent les zones d'influence majeures des styles régionaux définis à l'échelle du Massif armoricain au cours du Mésolithique final. Les interrogations sont des juxtapositions probables mains néanmoins peu vérifiables par absence de données.

En effet, des tests d'indentation sur silex effectués par A. Pelcin (1997) ont montré que l'utilisation d'un indenteur tendre (bois animal) permettrait d'obtenir des produits plus allongés et moins épais que des produits obtenus à l'aide d'un indenteur dur. Ces résultats contredisent ceux issus des observations de Henry et *al.* (1976). F. Bordes (1947) et H. Mewhinney (1964) qui ont relié la différence d'épaisseur des éclats uniquement à la position du point d'impact sur le bloc débité. Cependant, pour des positions données identiques, les éclats obtenus grâce à un indenteur tendre sont moins épais que dans le cas d'un percuteur dur (Pelcin, 1997). Ainsi, nous pouvons affirmer que l'utilisation de la percussion tendre ou indirecte lors du débitage des silex normands contribue à standardiser la production. Avec des valeurs de G_{Ic} moins élevées que celle des silex normands, les silex littoraux du Massif armoricain nécessitent moins d'énergie au débitage. Ainsi la dissipation d'énergie produite lors du débitage des silex côtiers au percuteur dur a peu d'effet sur la qualité des produits.

Les forces d'éclatements (Fig. 238 ; Tabl. 94, Annexe 4) montrent alors des valeurs très variables suivant les silex analysés. Pour le Néolithique, la superposition des courbes de

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

pression des cataclasites nord armoricaines (Le Cosquer) et de la métadolérite de Plussulien permet d'envisager une utilisation identique des deux matériaux.

Pour une épaisseur des éclats produits inférieure ou égale à 0,5 mm, la pression d'éclatement Pc ne dépasse pas 325 N pour les matériaux armoricains. Seuls les silex normands nécessitent une pression supérieure à cette valeur. Les produits obtenus par débitage des roches armoricaines ont par conséquent des épaisseurs plus grandes que ceux issus de l'éclatement de silex normands. Nous avons montré au cours de l'analyse des technologies lithiques (cas de l'industrie du site de Creac'h Miné Vihan datée du Mésolithique final) (*cf.* § quatrième partie) que l'épaisseur moyennes des éclats en ultramylonite était de 0,6 cm alors qu'elle est de 0,5 cm dans le cas des silex (silex Audierne), soient des forces d'éclatements respectives de 3051 N et 2914 N. La proximité de ces valeurs montre que il ne s'agit réellement pas d'une standardisation de l'industrie mais d'une orientation de la production selon les matériaux impliqués.

5-3- La compétence à l'utilisation

L'indice de performance ou de ténacité des arêtes permet d'évaluer la qualité des outils coupants et indirectement leur durée de vie. La figure ci-dessus (Fig. 237) nous montre un classement en général croissant de cet indice (M_1) des formations métamorphiques vers les formations sédimentaires. Des observations importantes de cette classification sont relevées : la présence des ultramylonites du site Mésolithique final de Kerboudou (système Téviécien) parmi les matériaux très peu performants ; des ultramylonites de Creac'h Miné Vihan (système Téviécien), des grès éocènes de Kervouster et des silex de la Baie d'Audierne au sein des matériaux à performance moyenne ; des quarzites du Crann, des silex des Moutiers-en-Retz et des grès de Montbert à performance forte. Les silex bas-normands, comme dans le cas du débitage possèdent des qualités à part. Ils peuvent être qualifiés de très performants à hyper-performants.

Afin de mieux apprécier l'importance de cet indice au sein des ensembles lithiques préhistoriques, nous choisissons de raisonner en systèmes culturels. Nous traiterons alors les différentes roches en les comparant aux matériaux observés dans les systèmes culturels identiques.

5-3-1- Le Téviecien

Au sein du système culturel Téviécien. les matériaux affleurant dans la partie sud du territoire (ultramylonites et cataclasites dits de Tréméven. silex de la Baie d'Audierne. grès éocènes de Kervouster) sont compétitifs les uns par rapport aux autres. La faible exploitation des ultramylonites sur le site de Kerboudou par rapport à celui de Creac'h Miné avait attiré notre attention et une première hypothèse explicative avait été avancée. Nous avions imputé ce constat aux valeurs très faibles de la dureté et fortes de la ténacité à la propagation des fissures ainsi cas la fragilité prononcée. Le calcul de l'indice de compétence de ce matériau sur le site de Kerboudou confirme alors cette hypothèse. d'autant que les ultramylonites sur le site de Creac'h miné Vihan possèdent des qualités presque identiques à celles des galets de silex littoraux les plus proches ($M_1 \approx 60$ MPa et $G_{Ic} \approx 30\text{-}37$ J.m^{-2}) . La place des grès éocènes au sein des industries lithiques cette partie du Massif armoricain reste anecdotique car, s'ils possèdent parfois des qualités proches de celles des autres matériaux. l'éclatement des bords semble très fréquent (G_{Ic} faible). Les cataclasites de Tréméven affleurant (exemple des affleurements géologiques de Keriou-st-Maur. valléé du Blavet) malgré leur résistance à

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

l'éclatement comparable à celle des silex et de certaines ultramylonites de Tréméven sont deux fois moins efficaces que leurs homologues métamorphiques situés au nord-ouest du cisaillement sud armoricain. En effet, à partir des données obtenues sur les faciès d'ultracataclasites du site de Creac'h Miné Vihan (Tsobgou, 2006 et données de cette étude). les valeurs de M_1 et G_{Ic} calculées sont respectivement 41,5 MPa et 56 $J.m^{-2}$. A Keriou-st-Maur. elles sont respectivement de 39,5 MPa et 36,4 $J.m^{-2}$. Ces mesures indiquent une baisse de l'efficacité coupante des outils en matériaux fortement cataclasés. Si les faciès ultracataclasites accompagnent le plus souvent les faciès d'ultramylonites *s.s.* dans la production d'armatures, l'indice G_{Ic} joue un rôle important dans le choix des populations locales.

Dans la partie nord du système Téviécien (style nord finistérien) la concurrence entre roches autochtones et silex allochtones est moins forte en raison des quantités et qualités restreintes de cette dernière. Cependant entre roches locales la concurrence semble bien marquée. L'aire de diffusion maximale des matériaux qui sera abordée plus tard (*cf.* § sixième partie) dessinera des espaces différents selon les matériaux. Comment peut-on présumer des distances de diffusion théorique des matériaux en lien avec les territoires stylistiques ?
Dans la partie nord de l'Ouest de la France. les quarzites métamorphisés (exemple des affleurements du Crann, Forest-Landerneau ; Finistère). les grès éocènes (Kervouster, Guengat ; Plouhinec) possèdent une ténacité des arêtes élevée ($M_1 \approx$ 55-65 MPa). Les phtanites des formations de Callac et de Lamballe. les cataclasites dites de Mikaël (exemple du gisement de Le Cosquer) ainsi que les calcédoines voisines ont des angles très peu tenaces ($M_1 \approx$ 40 MPa) (Fig. 237 ; Tabl. 94, Annexe 4).

Dans une logique de rentabilisation de la production, les quarzites et les grès seraient les matériaux privilégiés tel dans la partie ouest du système culturel. La différence majeure entre les ensembles nord du Téviécien de ceux de sa partie sud est la faible énergie de fracturation que nécessite les matériaux. En effet, le G_{Ic} des matériaux les plus performants au nord est strictement inférieur à 30 $J.m^{-2}$ alors qu'il est supérieur ou égal à cette valeur au sud (Fig. 237 ; Tabl. 94, Annexe 4).

5-3-2- Le Retzien

L'utilisation pour la coupe des valeurs de M_1 comprises entre 60 MPa et 85 MPa. les grès forment silicifiés ou possédant un matériau originel très fins (quartzarénites) sont en moyenne deux fois plus tenaces à l'abrasion des arêtes que les phtanites ($M_1 \approx$ 37 MPa) et 1,3 fois que les cherts ou silcrètes du bocage vendéen ($M_1 \approx$ 50-65 MPa). Au sein des matériaux tenaces, l'utilisation des quartzarénites de Montbert s'impose plus que les silex littoraux (Fig. 237).

5-3-3- Le Villeneuve-Saint-Germain

Les silex bas-normands qui s'imposent au sein des industries du Néolithique ancien dans l'Ouest possèdent une très forte résistance à l'usure des arêtes. Avec un indice M_1 moyen de 122 MPa. les silex du Cinglais devancent leurs homologues de Rônai ($M_1 \approx$ 101 MPa). de Saint-Pair ($M_1 \approx$ 81 MPa) et des Rânes ($M_1 \approx$ 52-82 MPa) en terme d'efficacité des tranchants. Les matériaux affleurant sur le massif armoricain ne se possèdent pas des qualités volumétriques et mécaniques permettant de réaliser des produits de grandes dimensions (longueur essentiellement) et pouvant être utilisés pendant une durée très longue. Plusieurs chercheurs ont montré au cours de l'analyse des vestiges lithiques du V.S.G. sur le Massif armoricain, que le taux de lames était plus élevé que dans le V.S.G. du Bassin parisien (*cf.* §

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

quatrième partie). Ce constat est doit être lié à la l'éloignement des populations des zones d'affleurements, mais aussi aux qualités de résistance observées ci-haut.
Si les silex normands s'imposent au nord de la Loire, il n'en est pas de même au sud. Sur l'ancien territoire du Retzien, les quartzarénites de Montbert restent dominants.

5-4- Conclusion

Les expérimentations des propriétés théoriques à la taille des roches ne permettent pas de contrôler les variations dues aux techniques de taille par percussion. Cependant les études faites par A. Pelcin (1997)montrent que par pression et sous des conditions de test identiques, l'utilisation d'un percuteur dur ou d'un percuteur tendre n'infère pas sur la masse du produit à détacher. La masse des produits est donc une variable liée essentiellement à la microstructure des matériaux. Le paramètre microstructural fait alors tout au long du Mésolithique et du Néolithique l'objet d'une attention particulière dans la nature des produits désirés et les modalités de débitage appropriées. Cette remarque n'est pas uniquement valables pour les deux périodes précitées mais également pour le Paléolithique (Huet, 2006).
Les styles technologiques induits par la compétence des matériaux à l'échelle du massif armoricain montre que leur variabilité est essentiellement contrainte par les qualités des matériaux, d'où un sacrifice d'un style supra-régional invariable lié à une volonté de productivité et d'économie d'énergie et de temps. Ce sacrifice d'un style supra-régional est remplacé par la recherche d'une cohérence des styles régionaux liés aux aires d'affleurements des matériaux engagés et de leurs voisins.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

SIXIEME PARTIE

CONSTANCE ET VARIABILITE

DES TECHNOLOGIES ET DES COMPORTEMENTS :

INFLUENCE DES TERRITOIRES ET DES MATERIAUX ROCHEUX

1- Les Territoires d'exploitation et de diffusion au Mésolithique récent et final

L'estimation des aires d'échanges des matières premières a été définie dès le début de notre discours, comme l'un des objectifs premiers de cette analyse. Les modèles de territoires développés ci-dessous tiennent compte de l'état des recherches, des nouvelles analyses en laboratoire et des relevés de terrain effectués. Ces modèles sont une combinaison de données pétrographiques, structurales, mécaniques et technologiques. Ils sont aussi bâtis sur les rapports de présence/absence en matériaux sur les sites archéologiques et exploitations principales recensés à ce jour. Les territoires d'acquisition des matières premières rocheuses, tout comme ceux des ressources alimentaires, permet d'approcher les raisons de la mobilité des chasseurs-cueilleurs. J. G. Rozoy (1978a) propose l'idée d'un déplacement des camps injustifié par des raisons économiques réelles de la part des chasseurs-cueilleurs. Cette vision des déplacements de populations n'est peut-être pas fausse, mais insuffisante pour expliquer certains comportements. La mobilité répond non seulement à des contraintes alimentaires, mais aussi à la répartition territoriale des ressources.

1-1- L'exploitation des matériaux entre Loire et Vendée

Les matériaux rocheux dont l'exploitation au Mésolithique final et au Néolithique est attestée, sont pour la plupart sédimentaires. Ce sont, en effet les silex côtiers, les arénites quartzeuses, les siltites, les phtanites , les grès éocènes et d'autres silicifications (silcrètes, Jaspe, calcédoine etc…).

1-1-1- Les quartzarénites de Montbert et des phtanites vendéennes

Le phtanites vendéennes sont exploitées depuis le Paléolithique (probablement le Moustérien, Gouraud et *al*., 1990 ; Gouraud et *al.*, 1991). Les gisements actuellement connus s'étendent du littoral vendéen (Brétignolles-sur-Mer) à Les Lucs-sur-Boulogne (20 km au nord de La Roche-sur-Yon) et Rosnay (18 km au sud-est de La Roche-sur-Yon). L'exploitation de ce matériau et sa diffusion reste assez peu marquée, autant sur les sites proches de gisements connus, que sur les sites éloignés de ces derniers. La densité des gisements doit être prise en compte lors de l'attribution de l'origine de l'importation. La cartographie des principaux sites d'exploitation de phtanites connus actuellement (Fig. 240) montre une forte relation entre les proportions de phtanites observées et la position de probables gisements, de même que l'étendue de ces gisements.

L'analyse de l'exploitation et de la diffusion des quartzarénites de Montbert et des phtanites vendéennes n'est pas dissociée, car les phtanites possèdent des qualités mécaniques moins bonnes que celles des quartzarénites de Montbert. Les proportions en matériaux des principaux sites mésolithiques à forte exploitation de quartzarénites de Montbert et de phtanites vendéennes montrent une forte importation de quartzarénites. Ce matériau peut atteindre plus de 50 % des pièces récoltées (abstraction faite des pièces du Paléolithique et du Néolithique final). Les phtanites, quant à eux, représentent en moyenne 20 % des collections. La proportion de phtanites est plus forte sur le site de la Merlière, sans doute en raison de la densité du gisement. En effet le gisement de phtanites exploité dans l'industrie de la Merlière est celui de la Jaunière. Ce gisement est plus massif que les affleurements situés près de Les Lucs-sur-Boulogne, de la Guitonnière et des Emerillières.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

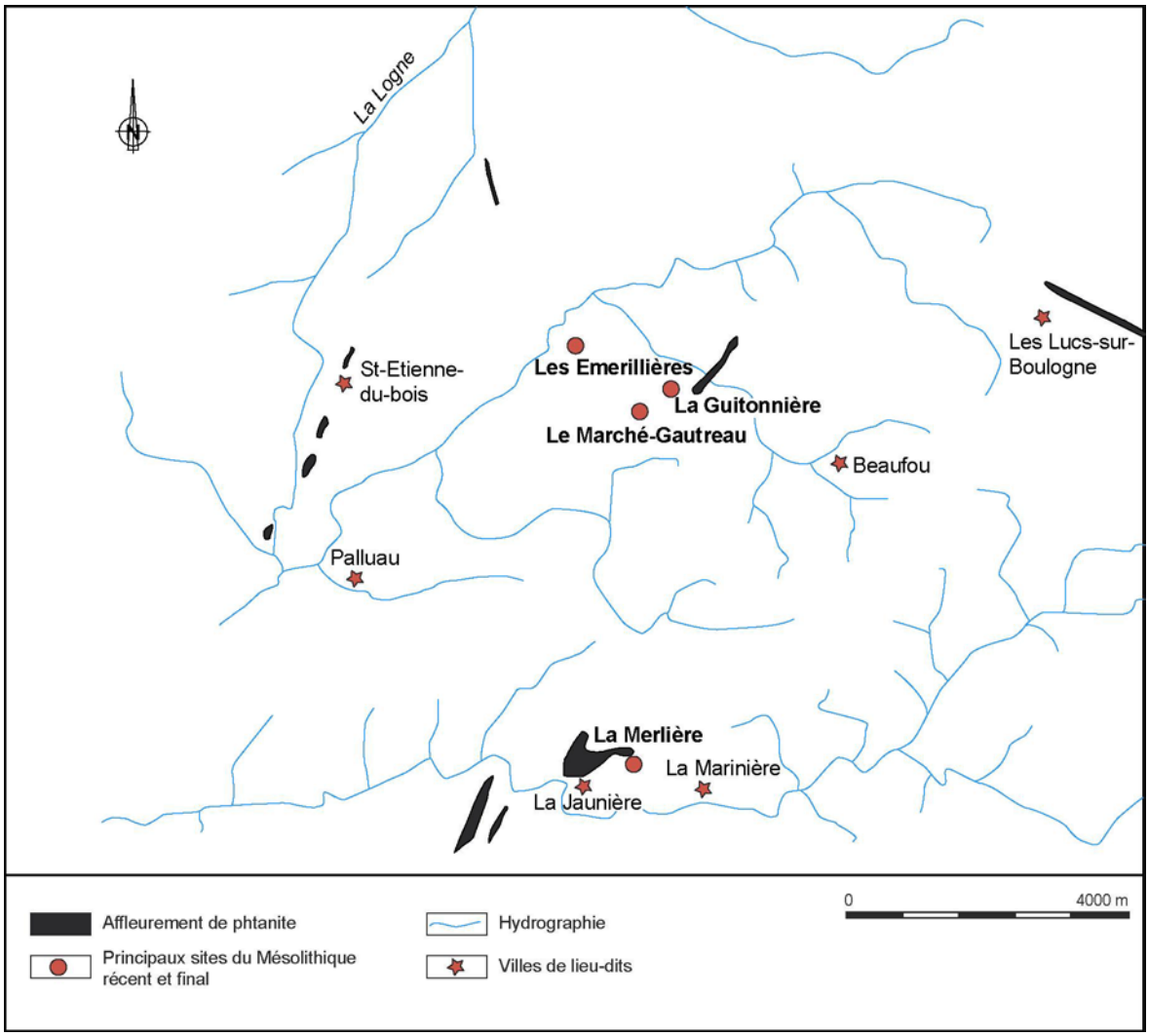


Fig. 240. Position des principaux sites du Mésolithique récent final à forte exploitation des phtanites vendéennes.

La part du silex dans les industries de Vendée est très réduite. Les pièces en silex appartiennent dans certains cas presque entièrement au Néolithique final (cas du site de La Guitonnière à Beaufou). Ces pourcentages en silex ne traduisent sans doute pas une réalité archéologique, car il s'agit de ramassages de surface. Les collections issues des ramassages de surfaces très anciens comportent en grande partie des outils et sont limitées en nombre de pièces. On constate cependant que, plus la contamination Néolithique est forte, plus le taux de quartzarénites de Montbert est élevé. Il est difficile d'en déduire une croissance des proportions en quartzarénites au cours du Néolithique, malgré que cela soit logique. A la suite de multiples observations effectuées sur des sites à Boulogne (Vendée), C. Dugast a émis l'hypothèse d'une décroissance de la quantité des phtanites et des silex du Mésolithique au Néolithique final. Les sites des Essarts (Vendée), situés dans un secteur fortement occupé au Néolithique final et au Chalcolithique, montrent des proportions en phtanites très faibles. Ces observations nous permettent d'émettre l'hypothèse d'une augmentation de l'exploitation des quartzites de Montbert du Mésolithique au Néolithique, aux dépens du silex et du phtanite.

Il est vrai cependant, que d'autres observations faites par C. Dugast, révèlent des pourcentages très élevés de phtanites, tel sur le site de Moulin-Neuf (La Roche-sur-Yon, Vendée) avec 63 % de phtanites, 20,4 % de silex et 16 % de quartzarénites de Montbert. Nous

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

ne pouvons en l'absence de sites non réoccupés ou contaminés, attribuer à ces sites un âge contemporain ou antérieur aux sites analysés précédemment. Il reste que sa position septentrionale le rapproche plus des affleurements de cherts et phtanites (une douzaine de kilomètres en moyenne) que des affleurements de quartzarénites de Montbert (une cinquantaine de kilomètres en moyenne) et de silex côtiers (une trentaine de kilomètres). L'acquisition des matières premières fonctionnant en systèmes de territoires restreints confirme cette hypothèse.

La baisse de la quantité de silex et de phtanites (vrais phtanites + silcrètes nodulaires) au cours du temps est peut-être devenu un marqueur local (Bocage vendéen) des assemblages lithiques de la fin du Mésolithique de cette région, pour deux raisons principales :

- l'étendue des gisements de quartzarénites de Montbert et les grandes dimensions des modules des blocs

- les qualités mécaniques offertes par les quartzarénites de Montbert (*cf.* Fig. 239, Cinquième partie) égales ou meilleures que celles de certains silex littoraux. En effet, ce matériau présente une dureté et une ténacité plus élevées que celles des silex côtiers et des phtanites vendéens. Leur utilisation à des fins diverses (percussion lancée ou en percussion posée) est par conséquent possible, étant donné les volumes des modules travaillés.

Il est difficile d'attribuer l'origine des phtanites exploitées sur le site Mésolithique récent-final du Fief des Rivières (Corcoué-sur-Logne, Loire-Atlantique) à un gisement donné. Ce site découvert en 1999 par O. Gandriau contient au sein de son corpus 0,6 % de phtanites, 94 % de quartzarénites de Montbert, et se trouve à presque égale distance des affleurements de phtanite de Les Lucs-sur-Boulogne, de Beaufou et de Saint-Etienne-du-Bois. Ces trois affleurements sont les plus proches (environ 15 km). On ne peut pas affirmer qu'il s'agisse d'une extraction directe sur un de ces gisements, ou d'un échange avec un groupe humain proche. La présence de phtanites sur ce site n'est sans doute pas due à ses qualités mécaniques, mais traduit assez bien les déplacements des populations et de probables échanges sud-nord sur une aire très circonscrite. Le réseau nord-sud imposé par la qualité des quartzites de Montbert traduit, sans aucun doute, les relations tissées au fil du temps entre les peuplades du sud de la Loire-Atlantique et de la Vendée. De fortes quantités de matières premières allochtones situées dans une zone géographique restreinte, au sein des industries du sud de la région des Pays de la Loire, ne peuvent avoir lieu que sous un climat de sérénité. Seuls des liens forts inter-groupements ou inter-populations peuvent expliquer cette économie, sans pouvoir affirmer s'il s'agit de groupes humains bien distincts ou identiques.

Les liens étroits tissés entre les groupes humains de cette région existent peut-être depuis l'Azilien. Le site de La Ferrière (La Ferrière, Vendée) n'a fourni aucun élément Retzien (microburin et microlithe) et Néolithique (flèche tranchante, flèche à pédoncule et ailerons, outil poli). Les diverses pointes à dos courbe qui sont observées sur ce site, et la présence de la triade silex - quartzarénite de Montbert - phtanite (respectivement 55 % - 37 % - 8,4 %) (Gouraud et *al.,* 1991), peuvent-ils être interprétés comme des indices d'une stabilité régionale ? Les raisons évoquées plus haut dans ce chapitre, pour expliquer la baisse de la quantité de silex au passage Mésolithique-Néolithique, ne suffisent pas pour justifier la part importante du silex au Paléolithique dans la région. Les comportements paléolithiques, que ce soit sur le plan de la recherche des matières premières rocheuses, que sur celui de leur exploitation, sont très éloignés des comportements mésolithiques et néolithiques. Il est

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

difficile de savoir qui a réellement impulsé l'idée et l'application d'une exploitation différente des roches ayant engendré une variation dans les schémas d'apparition, ou de gestion de ces matériaux. Il serait facile d'attribuer cette idée aux populations mésolithiques, en raison d'un hypothétique niveau technique plus élevé. Situé actuellement à plus de 40 km du littoral actuel, le site de La Ferrière, de par son taux élevé de silex, peut expliquer cette forte dépendance, du moins de certaines populations locales au silex. En l'absence d'analyse de ces vestiges, et de la pauvreté de la collection, on ne peut en faire une interprétation objective.

1-1-2- Les silex

La zone littorale et les placages d'alluvions anciens de la Loire déterminent les zones d'exploitation majeure des silex. Cette configuration est semblable à celle de la diffusion des silex au sein du Téviécien, l'intérieur des terres étant fortement marquée par l'exploitation de roches locales ou sub-locales (*cf.* § *1-1-1-*). Au regard des travaux réalisés sur le Téviécien, il est très difficile d'effectuer une analyse comparative de la circulation du silex du fait de la position littorale des sites à fortes concentrations de silex. La diffusion du silex du littoral vers l'intérieur des terres reste moins importante au sein du Retzien, à l'inverse du Téviécien. Le schéma d'exploitation est lié aux qualités proches des quartzarénites de Montbert et des silex des Moutiers-en-Retz.

1-1-3- Les grès éocènes et autres silicifications

Les faciès de grès éocènes hétérogènes occupent une place moins importante que les faciès de siltites homogènes. Leur exploitation possède un caractère opportuniste, tout comme celui des silcrètes locales, du fait de la variation très forte des faciès, et des faibles quantités par rapport aux matériaux principaux (silex et quartzarénite).

1-2- L'exploitation des matériaux en Bretagne

Contrairement au Retzien, l'analyse de l'exploitation et de la diffusion des matériaux au sein du Téviécien bénéficie des résultats de prospections systématiques mises sur pied par P. Gouletquer (principalement dans le Finistère), et qui continuent à présent sous la direction de divers archéologues de la région. Les descriptions faites ci-dessous seront alors le reflet de l'état actuel des connaissances sur la circulation des roches. Les vides observés dans le Morbihan, les Côtes-d'Armor (exception faites des prospections dirigées par E. Yven, 2004) et en Ille-et-Vilaine sont le reflet d'un manque drastique de données.

1-2-1- Les ultramylonites et cataclasites armoricaines

1-2-1-1- Les cataclasites de Mikaël

Le travail des cataclasites de Mikaël, nommées auparavant ultramylonites de Mikaël, se concentre essentiellement dans la commune de Plougonven (Finistère). Tous les affleurements répertoriés à ce jour se situent dans cette même commune, dans la vallée du Jarlot. La proximité du site de Mikaël qui contient près de 71 % de cataclasites avec les zones d'affleurement de microquartzites calcédonieux est un élément qui nous permet d'envisager une probable hiérarchisation de ces deux matériaux au sein de la région. Alors que l'on compte plus de 18% de microquartzite calcédonieux sur le site de Mikaël, la collection du site du Clos (Plourin-lès-Morlaix) n'en renferme que 9%. Doit-on voir en ces valeurs, une différence dans les propriétés mécaniques des deux matériaux qui favoriserait l'utilisation des

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

microquartzites calcédonieux ? Il nous semble que non. Le taux élevé de microquartzites sur le site de Mikaël peut s'expliquer par le faible nombre des artefacts analysés, et peut-être aussi par la méthode de collecte. E. Yven note une augmentation des pièces en cataclasite dans la collection obtenue au cours des prospections. Il semblerait alors, qu'il y a eu au cours de la planigraphie réalisée par P. Gouletquer, une méconnaissance des cataclasites par certains participants. Les mesures de l'isotropie, de la rigidité et de la ténacité des cataclasites de Mikaël sont plus élevées que celles des microquartzites calcédonieux (*cf.* § 3ème et 5ème parties). Les dimensions des blocs de cataclasites sont également plus élevées que celles des plaquettes de microquartzites.

P. Gouletquer et al. (1994) avaient suggéré que la grande taille des nucléus de cataclasites de Mikaël permettrait un débitage de produits laminaires importants. Cette affirmation est peut-être vraie, mais en raison de leur rigidité et de leur ténacité très élevées par rapport à celles des microquartzites et silex, les produits allongés seront aussi plus larges et épais (cf. Fig. 238, 5ème partie).

L'étendu des filons de cataclasites de Mikaël est très faible. La nature discontinue des affleurements contraint fortement son exploitation et sa diffusion (Fig. 241).
On doit peut-être voir en cette gestion de la matière première cataclastique, un manque de technicité des populations ayant occupé les sites majeurs d'exploitation. Ainsi, les lames observées à Brennilis sur cataclasites de Mikaël témoignent de la possibilité de produire ces pièces (Marchand et Tsobgou, 2007). Un problème subsiste en raison de la faible résistance de ce matériau à l'usure. Cette propriété ne permet pas d'en faire un matériau usuel dans le travail des matières animales et végétales. Cependant, sa ténacité élevée (K_{Ic} = 2,1 MPa.m$^{-1/2}$) lui confère une propriété importante pour la production d'armatures.

L'ensemble des matériaux du système Téviécien possèdent une ténacité inférieure à 2, à l'exception des ultramylonites de Kerboudou et des cataclasites de Mikaël. Ces deux matériaux sont également les plus fragiles. Ce constat nous incite à amoindrir l'importance du niveau technique des populations concernées. Le maintien des valeurs techniques du débitage (par exemple rapport de L/l des armatures) représente la contrainte culturelle la plus importante.

1-2-1-2- Les ultramylonites et cataclasites de Tréméven

A l'inverse de leurs homologues qui affleurent le long du Cisaillement Nord Armoricain, les ultramylonites et cataclasites du Cisaillement Sud Armoricain présentent des microstructures de déformation plus complexes (*cf.* § 3ème partie et Tsobgou, 2003). La connaissance des territoires d'exploitation des ultramylonites et cataclasites de Tréméven a longtemps bénéficié des travaux de P. Gouletquer et son équipe au sein du département du Finistère. En revanche, la méconnaissance de ces matériaux au sein des ensembles lithiques du Mésolithique dans le Morbihan est une grande limite à l'élaboration d'un modèle d'utilisation et de diffusion de ces roches. Au cours de nos travaux, de nombreuses sessions de prospection de terrain ont été réalisées afin de répertorier de plausibles gisements géologiques et occupations préhistoriques liées à ce matériau. Au cours des campagnes de 2003 et 2004 réalisées dans la région de Saint-Thurien et de Bannalec (Finistère), l'affleurement de Cosqueriou an Eac'h a été découvert. Autour du site de Creac'h Miné Vihan (Saint-Thurien), les recherches ont été infructueuses. La campagne de prospection réalisée en hiver 2003 par Y. Bougio dans la région d'Elliant (au nord-ouest de Rosporden) a permis de fixer la zone de gisement des ultramylonites de Tréméven au sud de Rosporden. En 2005, une sortie de terrain au sein de la

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Vallée du Blavet (région de Languidic) a permis de d'observer de grands fronts rocheux granitiques au sein desquels apparaissent des ultramylonites (Keroiu-st-Maur, Trébihan).

Les ultramylonites et cataclasites affleurent sous forme de bandes discontinues et de faible épaisseur. Au sein du Finistère, l'exploration autour des sites archéologiques à forte exploitation tel Creac'h Miné Vihan (58% UT), Kercapitaine (86%), Cosqueriou-st-Cado (72% UT) et Penher (97% UT) ne nous ont malheureusement pas permis de situer des gisements. Les difficultés rencontrées par P. Gouletquer et E. Yven dans l'exploration des gisements de cataclasites de Mikaël sont alors comparables aux nôtres. S'agit-il d'un problème lié aux pratiques agricoles actuelles ? L'affleurement de Cosqueriou an Eac'h (Bannalec, Finistère) se présente sous forme de petits blocs épars dans un champ à surface presque plane, près de la rivière de Belon. Ceci montre que les labours intenses sont une cause de la disparition de certains affleurements. Ces labours entraînent l'érosion des pentes. Le développement de la végétation autour des sites d'occupation ou d'exploitation ne facilitent pas la reconnaissance des gîtes de matières premières. Contrairement à certains gisements de microquartzites au sein des tels des véritables traces d'arrachement des blocs ont été observés (exemple du gisement du Crann), les gisements d'ultramylonites et cataclasites de part leur mode d'affleurement (blocs épars), ne permettent pas dessiner des aires d'approvisionnement bien définies.

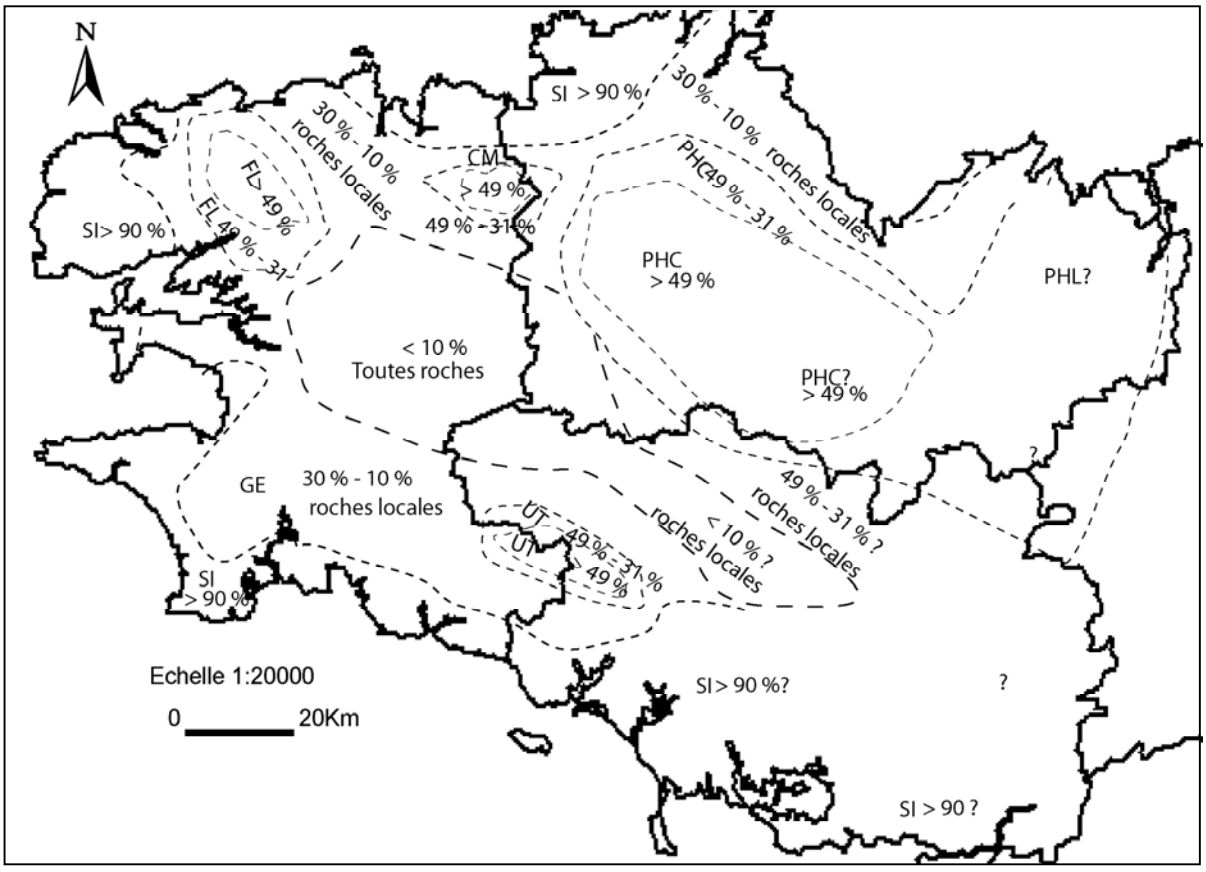


Fig. 241. Aires principales de concentration en roches au sein des ensembles lithiques du Téviécien. Les aires sont calculées par interpolation IDW à partir des données issues du fichier Gouletquer. FL= microquartzites type FL, CM= cataclasite de Mikaël, PHC= phtanite de Callac, PHL= phtanite de Lamballe, GE= grès éocène, UT= ultramylonite de Tréméven, SI= silex côtier ?= interpolation supposant une présence qui ne s'observe pas en raison de l'absence de données archéologiques.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

La position au sein de la zone cisaillée sud armoricaine des grands sites du Mésolithique final présentant une exploitation majeure d'ultramylonites et cataclasites de Tréméven n'est pas anodine. A l'exception du site de Creac'h Miné Vihan qui se situe sur la branche nord du Cisaillement Sud Armoricain, les autres sites importants se trouvent sur la Branche Sud du même cisaillement. Ces sites sont en prolongement avec les affleurements géologiques de la vallée du Blavet. Malgré le fait que la végétation dense de l'Atlantique rende difficile l'accès aux affleurements répertoriés dans la vallée du Blavet, il est difficile d'accepter l'idée d'une absence totale d'indices d'exploitations de ces roches dans la partie sud de la Bretagne. Il ne s'agit pas là d'un fait anodin. Les données mécaniques obtenues sur un ensemble d'échantillons prélevés sur certains sites archéologiques et gisements bruts de roches ont permis de montrer que les sites localisés au Nord-Ouest de la zone faillée exploitent des roches de piètre qualité. Les gisements morbihannais et finistériens Sud-Ouest et Sud-Est montrent des roches de meilleure qualité. En tenant alors compte de tous ces éléments, l'allongement moyen de l'aire dessinée par le réseau d'échange des ultramylonites et cataclasites serait de près de 40 km et la largeur moyenne de 10 km (Fig. 241). Certains sites éloignés de l'axe principal de la zone faillée sud armoricaine, tels les sites littoraux actuels de Pors Bali et Kervoën, ou le site de Le Rest situé à l'intérieur des terres, sont la preuve que le transport des ultramylonites pouvait aller jusqu'à près de 15 km des zones d'approvisionnement. Les ultramylonites de Tréméven représentent 17 % de la collection du site de Kervoën. La microscopie a révélé l'utilisation unique des microfaciès ultramylonitique *s.s*. provenant de la partie sud de la zone faillée. L'absence de microstructures cataclastiques sur les sites actuellement côtiers, témoigne de la sélection des roches importées (*cf.* § 3ème partie). Un doute subsiste néanmoins quant à l'importance relative des importations au sein de ces industries. Comment comprendre la nette différence dans les proportions en ultramylonites sur les sites de Pors Bali et Kervoën ?

Le site de Pors Bali est daté du Mésolithique récent (Marchand, 1994). Le site de Kervöen quant à lui est daté du Mésolithique moyen. On aurait pensé à une logique augmentation des échanges du Mésolithique moyen au Mésolithique récent et final. Il s'agit là peut-être d'un fait lié à une population donnée et bien précise.

Quelles sont les raisons qui ont poussé les populations mésolithiques des sites de Creac'h Miné Vihan, Kerboudou ou La Villeneuve à importer en grande quantité du silex, en lieu et place des ultramylonites de la branche sud du CSA ? Cette différence dans les proportions en roches locales peut être aussi attribuée à la date d'occupation des sites, étant donné que sur le site de Creac'h Miné Vihan, les microfaciès de roche ont subi un traitement différentié (*cf.* § 4ème partie et Tsobgou, 2006). Il est difficile d'approfondir cette analyse en l'absence de datations absolues. La nature des divers contacts établis entre populations ou groupements établis sur une aire géographique aussi restreinte est une donnée dont l'analyse requiert la connexion de divers comportements. Des populations occupant la même aire géographique, ou l'absence de véritables contacts sont des phénomènes pouvant être synchrones, alternants ou diachroniques. Les aires de répartition des matériaux ne sont qu'une infime donnée permettant d'apporter un éclairement à une analyse spatio-temporelle des gestes et des volontés humaines. Si les analyses structurales et géochimiques réalisées sur divers échantillons archéologiques et géologiques d'ultramylonites de Tréméven permettent de conclure à une variation des structures des matériaux, et des compositions chimiques le long de la zone déformée (*cf.* § 3ème partie), il reste imprudent d'annoncer une différenciation nette de la qualité de la matière entre les sites peu éloignés (exemple de Creac'h Miné Vihan et Kerboudou).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-2-2- Les phtanites

1-2-2-1- Les phtanites de la Manche

Au nord-est du Massif armoricain, de nombreux affleurements de phtanites ont été répertoriés au cours de diverses études géologiques. Les principales études qui portent sur ces roches ont été réalisées par L. Cayeux (1929), M.-J. Graindor (1955/57), M.-M. Roblot (1971) et M.-P. Dabard (1996), dans le cadre de leurs travaux. La principale raison nous ayant conduit à effectuer des analyses pétrographiques et mécaniques sur ces phtanites était d'essayer de comprendre pourquoi on note une absence totale d'utilisation de ce matériau en Normandie, au cours du Mésolithique principalement, et en général en préhistoire normande. L'une des raisons principales de cette absence est le manque de données incontestable pour le Mésolithique final normand {exception faites des locus de Réthoville, Fermanville sur la façade Manche-Mer du Nord ; de Falaise et de Saint-Pierre de Bû (Calvados); du site de surface de Saint-Ellier-les Bois (Orne) et du site de Biéville-Beuville (Calvados)}. Différents auteurs et chercheurs ont longtemps noté la rareté des découvertes sur le Mésolithique final en Normandie (Chancerel et Paulet-Locard, 1988 ; Michel, 1970 ; Rozoy, 1971). Nous traiterons ici les données obtenues essentiellement dans le Nord-Cotentin puisqu'il constitue la partie normande qui représente la limite septentrionale du monde armoricain. Les plus grands ensembles du Mésolithique de l'Est du Massif armoricain se trouvent dans l'état actuel des connaissances sur le littoral Nord-Cotentin.

Trois grandes limites contraignent l'analyse de ces données :

- Les sites répertoriés sont tous datés des stades ancien et moyen du Mésolithique. Les sites à trapèzes des stades récent et final sont par conséquent inconnus.

- La position excentrique des sites du nord-cotentin engendre une lacune au sein de la Normandie centrale.

- Le nombre de datations absolues ayant servi à l'établissement de la chronologie est faible.

Les données mécaniques et pétrographiques obtenues sur les phtanites prélevées à Coutances et Saint-Lô nous amènent à imputer l'absence de ce matériau au sein des industries mésolithiques normandes, au manque de prospections, et à la méconnaissance de ce matériau par les prospecteurs. Cet état de la recherche sur les matériaux en Normandie rappelle assez bien celui ayant perduré longtemps en Bretagne, ce qui avait laisser croire à un Mésolithique essentiellement côtier. Les petits indices d'occupation mésolithique de Curcy-sur-Orne, de Saint-Omer et de Saint-Martin-Don sont la preuve, que l'on ne peut justifier l'absence totale des sites datant du Mésolithique récent et final par la remontée de la mer durant tout l'Holocène, les campements mésolithiques ne sont donc pas tous situés en bord de mer et de rivières.

Si en Bretagne les référentiels technologiques ne sont pas toujours très constants, la proximité des sites mésolithiques de l'extrémité orientale du Massif armoricain avec le Bassin parisien tendrait à harmoniser les technologies. Une absence d'exploitations de phtanites affleurant dans la région serait à imputer à cette proximité. Cependant, elle ne représenterait pas une vérité archéologique stricte et constante.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-2-2-2- Les phtanites de Callac et de Lamballe

Dans la région de Callac, les phtanites ont fait l'objet de diverses campagnes de prospections réalisées par E. Yven (2004) dans le cadre de ses travaux de thèse. Elle a ainsi recensé de nombreux gisements géologiques et sites archéologiques. Les phtanites affleurent sous forme de blocs épars de qualité variable. Il est très fréquent de rencontrer au sein d'un même affleurement une succession de microfaciès que E. Yven a qualifié de faciès de « bonne qualité » et de faciès de « médiocre qualité » (« phtanite commun »). Il s'agit quelque soit la nomination, de phtanite de type massif au sein duquel nous avons distingué des sous faciès.
Ainsi, le faciès de « phtanite commun » est un microfaciès massif bréchifié ou cataclasé, le « phtanite de bonne qualité » quant à lui, est un microfaciès massif peu bréchifié (la bréchification dessine un réseau de bandes plus ou moins parallèles,sans constituer une réelle lamination).

Au regard de la densité de gisements probables observés dans la région de Callac, il est difficile d'attribuer à un site archéologique, une exploitation minière précise. Comme dans le cas des d'ultramylonites et cataclasites, l'absence de traces d'arrachement et l'aspect non massif des affleurements ne permettent pas de lier les sites d'occupation aux zones minières.

Le prélèvement de la matière première concorde plus à un modèle de récolte par ramassage plutôt qu'à celui d'une extraction minière.

Les grands gîtes d'approvisionnement potentiels de Respiriou, Kerhuellan et Pont ar Rour-2 (Callac) sont des exemples phares de la gestion et de la diffusion complexe des phtanites de Callac. Le gîte de Respiriou est supposé être un site d'approvisionnement temporaire et/ou occasionnel malgré la présence de nombreux blocs de microfaciès peu bréchifié. Notons que la quantité de matériel ayant servi à l'analyse d'E. Yven (2004) est une limite à la compréhension de la gestion de ce gîte. Le comportement des Hommes ayant traversé ou occupé temporairement ce gîte ne peut être simplement justifié par la qualité de la matière première. Le besoin à un moment donné, le temps ou l'envie sont autant de facteurs déterminant les gestes.

Le gîte de Kerhuellan se situe sur le site archéologique éponyme. L 'exploitation du phtanite y est intense, contrairement à celui de Respiriou mentionné ci-dessus. En raison de la présence de grandes quantités de matières premières, un ou plusieurs groupes humains s'y sont installés.

Un des grands problèmes posés par les collections de phtanites dans l'Ouest et en Bretagne en particulièr, est la méthode de ramassage au cours des prospections. L'analyse des propriétés mécaniques des faciès (bréchifiés ou non) nous révèle une similitude de réponse. Si le choix des blocs ayant un aspect externe homogène (sombre) peut être justifié au début du débitage et dans l'approvisionnement, le passage d'un faciès à l'autre au sein d'un bloc ne provoquant aucun changement de réponse sous contrainte, devrait entraîner par la suite une absence de présélection. Ainsi la sélection faite lors du ramassage est liée à l'idée que nous nous faisions de ce que pouvait être le comportement de chaque faciès sur le seul critère de son aspect extérieur.

Les phtanites de Lamballe possèdent des qualités mécaniques (Tsobgou et *al.*, à paraître) et structurales très proches des phtanites de Coutances (troisième partie). L'appartenance de ces roches à la classe 2 (classe des silex bas-normands et certaines silcrètes normandes) et à la

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

sous-classe 2A (sous-classe de la calcédoine de Coët-Stival et des silcrètes fines des Vergères), montre que l'absence d'indice de leur exploitation est un laps archéologique notable qui s'explique par l'état de la recherche (Fig. 241). Le littoral nord armoricain possède en effet des cordons littoraux qui sont caractérisés par une forte sédimentation loessique pléistocène (Monnier, 1980) qui contraint les approvisionnements en silex, et expliquent partiellement la place prépondérante occupée par les matériaux de l'intérieur des terres (microquartzites, phtanites). L'absence de phtanites de Lamballe ou de Coutances dans les collections lithiques ne décrit pas une réalité préhistorique.

1-2-3- Les microquartzites

Les microquarzites type FL sont des faciès microconglomératiques affleurant sous forme de placages blanchâtres. Il s'agit de quartzites qui affleurent depuis la pointe de Saint-Mathieu jusque dans la région de Morlaix, où ils sont connus sous le nom de microquartzites-calcédonieux. Tous ces faciès de quartzites s'étendent le long du Cisaillement Nord Armoricain.

1-2-3-1- Les faciès microconglomératiques de l'Elorn (microquartzites FL)

Ces faciès de quartzites affleurent dans la région de la vallée de l'Elorn. (à l'Est de Brest). Suite aux travaux de E. Morel et de B. Hallégouët, plusieurs gisements d'exploitation de microquartzite FL ont été répertoriés (Giot et *al*., 1977). Ces gisements présentent les traces d'une exploration et d'une exploitation. Les éléments qui attestent d'une exploitation de la matière première sont des éclats corticaux, des plaquettes de roche testées, des cassons thermiques et autre artéfacts du débitage, parsemant le pied des affleurements géologiques.

Les plus connus de ces affleurements se situent dans la commune de La Forest-Landerneau (Finistère) (Le Crann, Coat-Mez, et Reun Huella), distants les uns des autres de 800 m à 1 km, et dans la commune de Plounéventer (Finistère) (gisement de Kéradoret). A l'inverse des gisements de La Forest-Landerneau, celui de Kéradoret n'a pas fait l'objet d'un sondage. Il est difficile d'affirmer avec certitude que ce gisement, ou d'autres proches, n'auraient pas fait l'objet d'exploitation.

Les analyses effectuées par E. Yven (2004) ont permis de déterminer la fonction de ces gisements. Un sondage réalisé au pied de la crête rocheuse du gisement du Crann a révélé une exploitation très intense (2507 pièces en microquartzite), malgré les dimensions très restreintes de ce dernier. Ceci lui a valu la dénomination de site-carrière. Des charbons de bois récoltés au cours de ce sondage ont donné une date de 7580 ± 108 B.P. (soit 6640 à 6230 ans avant J.-C.), correspondant à une occupation au cours de la phase moyenne du Mésolithique en Bretagne. Les gisements de Reun Huella et de Coat-Mez ne semblent pas avoir eu la même fonction que leur contemporain du Crann (du moins en ce qui concerne la période préhistorique). A Coat-Mez et Reun Huella, la faible exploitation est peut-être synonyme de lieu d'approvisionnement ponctuel et opportuniste. Les lamelles étudiées par E. Yven et celles étudiées par J.-L. Monnier ont permis d'attribuer au gîte de Reun Huella un âge d'exploitation allant du Mésolithique moyen au Mésolithique récent et final (Marchand, 1999 ; Yven, 2004). La présence d'une lame à troncature oblique et d'une lame tronquée dans sa partie distale atteste de l'exploitation de la roche au Mésolithique final.

Le site carrière de Le Crann permet une analyse des modalités de débitage. Cette analyse est limitée par la nature partielle des artefacts récoltés au cours du sondage. E. Yven observe

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

cependant, une chaîne propre de débitage d'éclats sur 7 des 15 nucléus présents dans sa collection. Elle note une gestion opportuniste des volumes, marquée par l'absence ou la rareté d'aménagements. Les plans de fracture naturels et les surfaces des éclats-supports ont été utilisés comme plan de frappe, sans détachement d'entame ou d'éclats corticaux. Ces observations concordent avec celles du site de Cobalan (La Forest-Landerneau) analysé au cours de mes travaux (ce volume). Tout comme sur le site de Cobalan, le débitage unipolaire est dominant. E. Yven observe aussi une chaîne opératoire intégrée destinée à l'obtention simultanée d'éclats et de lamelles. La modalité unipolaire est mise en œuvre de manière privilégiée. Ces nucléus à éclats et lamelles sont sur support éclat, sur support plaquette ou sur casson. A l'inverse de la chaîne autonome à éclats, les nucléus de la chaîne intégrée présence parfois des négatifs d'éclats d'entame et d'éclats corticaux. La distinction entre une chaîne intégrée et une chaîne propre à lamelles ou éclats, ne peut être faite sur le site de Cobalan. Le développement des modalités discoïde, récurrent centripète permettent peut-être de discuter cette affirmation. Il reste que ces modalités sont peu marquées sur le site de Cobalan.
Cette différence dans le débitage entre Cobalan et Le Crann est-il dû à l'absence d'éclats supports de débitage à Cobalan ? Est-ce une conséquence du nombre de pièces récoltées (706 pièces à Cobalan, 2507 pièces à Le Crann) ?

1-2-3-2- Les faciès microconglomératiques de la région de Morlaix dits microquartzites-calcédonieux

Les microquartzites de la région de Morlaix, tout comme leurs homologues de la vallée de l'Elorn, ont fait l'objet de multiples campagnes de prospections par l'équipe de P. Gouletquer (Gouletquer et *al*., 1996 ; 1997) et de E. Yven (1997, 1998). Les gisements ainsi reconnus ont des fonctions différentes. Tout comme dans la partie ouest du Finistère, certains gisements ne représentent que des exploitations opportunistes et brèves, tandis que d'autres sont des exploitations sur lesquelles se sont installés un ou plusieurs groupes préhistoriques. Ainsi, les exploitations de Lézarzou (Plourin-lès-Morlaix), de Kerdavid-2 (Plougonven) et de Cazin-Huella-2 (Plouigneau) ne sont que des gîtes d'approvisionnement (Yven, 1998) tandis que la station du Clos (Plourin-lès-Morlaix) est un site-carrière (Gouletquer et Léopold, 1994 ; Gouletquer et *al*., 1996 ; Yven, 2003). Cette différence dans la gestion de ces sites s'explique aussi par la nature des affleurements et par leur densité. Le gisement du Clos se singularise par la bonne qualité des plaquettes de microquartzite-calcédonieux. De plus, le microfaciès calcédonieux est plus abondant sur ce gisement. Les autres gisements observés dans la même région sont très diaclasés lorsque le microfaciès calcédonieux est présent (exemple de Lézarzou) ou enrichis en plaquettes de dimensions très réduites. Ces caractères à l'affleurement constituent de fortes limites pour le débitage.

Le site-carrière du Clos montre une exploitation des microquartzite-calcédonieux de près de 57 % (38 % de calcédoine et 19 % de microquartzite), de silex (37 %) et autres matériaux peu représentés, tels les cataclasites de Mikaël. Contrairement au site-carrière de Le Crann et au site de Cobalan (La Forest-Landerneau), on note une forte concurrence entre le silex et la roche locale. Ce diachronisme peut s'expliquer par la faible épaisseur des plaquettes exploitées au Clos.

Au cours du débitage, les plans de frappe sont installés sur les surfaces naturelles de la roche. L'utilisation non systématique d'éclats d'entame et d'éclats corticaux sont des traits techniques observés à l'ouest du département finistérien. De nouveaux traits techniques s'observent, tel l'abrasion des corniches et le facettage. Ils restent cependant assez peu marqués. Les chaîne opératoire semble intégrer les éclats et les lamelles.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

1-2-3-3- Conclusion

La qualité de la matière est très variable le long de la zone de déformation qui longe les principaux affleurements connus à ce jour. La figure 241 montre assez bien la dispersion que l'on peut avoir, à la fois sur le plan de la qualité de la matière première et sur la distance des échanges, en lien avec les différentes zones d'affleurement. L'aire de diffusion des microquartzites type FL est plus large que celle des microquartzites-calcédonieux de Morlaix. La forme ovalaire de la zone de diffusion majeure des microquartzites FL a un diamètre maximal de 25 km vers le Nord-Ouest. Des sites comme Kerliézoc et Kerprigent, qui sont éloignés d'une quinzaine de kilomètres des sources de microquartzites, contiennent respectivement 56% et 89% de ce matériau. Cette roche n'a pas eu beaucoup d'influence sur le littoral Ouest, à l'Est et au Sud du Finistère. Il s'agit des territoires d'influence d'autres formations géologiques. A l'ouest, le cordon de silex qui s'étend de Porspaul, à la Pointe de St-Matthieu, est sans doute la cause de la faible influence des microquartzites FL. Au sud-ouest du département du Finistère, les affleurements de grès éocènes et les cordons de galets de la Baie d'Audierne sont à noter comme facteurs limitants.

1-2-4- Les silex

L'exploitation de ressources géologiques autres que ce dernier à l'intérieur des terres en Bretagne a été la réponse logique à la rareté de ce dernier. Les cordons littoraux pléistocènes répertoriés dans la troisième partie de ce document présentent des concentrations en galets de silex très variables, la côte Ouest étant la plus fournie. L'accessibilité de ces cordons au cours des temps préhistoriques n'a pas été limitée par des contraintes de topographie, principalement sur les côtes basses de l'ouest. Au nord, les côtes surélevées ont été le siège d'une sédimentation limoneuse très intense et caractérisée par une pauvreté en galets de silex très significative (exception faite de la partie Est vers La Manche) (Monnier, 1980). Cette raréfaction de galets de silex a poussé certains auteurs à émettre l'hypothèse d'une importation du silex de la Normandie dès le Paléolithique (Vayson de Pradenne, 1929). D'autres contestent cette importation (Giot, 1944 et 1947). Ils voient en ces industries paléolithiques à forte exploitation de silex un approvisionnement soit sur les affleurements crétacés, soit des cordons de galets actuellement immergés. Pour cette période, une régression marine d'une cinquantaine de mètres aurait confirmé ces hypothèses (Lefort, 1970). Si la collecte de galets littoraux ou de silex sur affleurements crétacés peut être justifiée au Paléolithique, elle est exclue pour le Mésolithique et surtout la période finale.

Les sites du Mésolithique récent et final, sur la côte finistérienne, montrent une influence variable de la quantité de silex au sein des ensembles lithiques, en fonction de deux paramètres principaux : la densité de silex au sein des cordons anciens et la dimension des galets. Sur le littoral ouest, le grand cordon de la Baie d'Audierne est une ressource d'une importance capitale. Les sites situés à moins de 15 km du cordon actuel, vers le continent, ont une concentration supérieure à 80 % en silex. La présence des formations gréseuses de la région de Kervouster n'a pas perturbé la suprématie du silex. En considérant la partie immergée du littoral depuis l'Atlantique à l'actuel, l'aire d'influence majeure du silex s'agrandit. Du Léon et au Trégor, tout comme dans la partie méridionale de la côte Ouest de la Bretagne, l'influence du silex est amoindrie. La raréfaction et les dimensions faibles des modules poussent les populations implantées non loin du littoral actuel, à importer des matériaux, tels que le microquarzite de la Forest-Landerneau et le phtanite de Callac. Cette différence dans la morphologie et l'orientation des échanges est confirmée par les observations faites sur les sites paléolithiques (Monnier, 1980). L'influence des phtanites est

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

modérée. Pour des exploitations localisées à 15 km au maximum de la zone d'affleurement des roches de l'intérieur, et renfermant 70% à 80%, le littoral est éloigné de 30 à 40 km dans le cas des phtanites de Callac, alors qu'il n'est situé qu'à une dizaine ou une vingtaine de kilomètres dans le cas des microquartzites de La Forest-Landerneau. Cette différence est peut-être liée à la position plus interne des gisements de phtanite de Callac, mais aussi à la proximité de La Manche. La différence de propriétés mécaniques pour ces dits matériaux nous semble assez pertinente pour représenter un frein à l'importation du phtanite de Callac vers la côte. La distance d'agrégation calculée lors de la classification des roches ou gisements analysés (*cf.* § 5ème partie) au cours de nos travaux, montre un fort éloignement dans la réponse sous contrainte entre le phtanite de Callac et le microquartzite FL. Cette classification montre aussi un éloignement entre le silex de la Baie d'Audierne et le phtanite de Callac (en supposant que les silex des cordons et flèches nord armoricaines ont des propriétés similaires à celles de leurs homologues de la côte ouest). Cet état de fait suppose aussi une baisse de l'exportation du phtanite vers le littoral. Cependant la faible proportion de galets de silex littoraux sur la côte nord contribue déjà à une importation des microquartzites FL par les populations littorales.

1-2-5- Les grès éocènes et autres silicifications

Les grès tertiaires affleurant au sein de la Bretagne, comme certains homologues en Pays-de-la-Loire, ne supportent pas une intense production (exception faite des zones d'affleurements à composante fine abondante (région de Guengat, Finistère)). Les gisements de grès éocènes sont retreints, dispersés, et se présentent sous la forme de blocs massifs. Nous avons montré que les faciès de grès peu matures qui affleurent en Bretagne sont très résistants (*cf.* § *3-3*-3, 5ème partie).
A l'inverse des grès à structure hétérogène, les preuves d'exploitation de silcrètes qui jonchent le substratum armoricain sont absentes ou inconnues en Bretagne. Les qualités mécaniques de ces roches sont parfois proches de celles des grès bretons, et leur exploitation au cours du Mésolithique n'est pas exclue.

1-2-6- Le problème du hiatus entre la Vilaine et la Loire

L'absence de découvertes véritables du Mésolithique final et Néolithique ancien entre les fleuves Vilaine et Loire est un frein à la compréhension de la vitesse et de la qualité de pénétration des paramètres culturels Retzien et probablement N.A.C.A. au sein du Téviécien dans sa phase terminale et vice et versa. Le manque avéré de transfert de matières entre le Téviécien et le Retzien nous reflète sans aucun doute l'état des recherches. Comment comprendre cette transition ? Quels caractères du Téviécien peut-on lier à une probable économie des matières premières vers le Nord-Ouest ?

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2- Les territoires d'acquisition et les modèles d'exploitation au Néolithique

Nous avons vu précédemment que l'acquisition des matières premières et leur diffusion fonctionne au cours du Mésolithique final sous la forme de territoires restreints, dont les limites sont intimement liées aux matériaux qui y affleurent. Si l'exploitation du silex est limitée par les volumes réduits des galets et blocs au cours du Mésolithique, le Néolithique apporte par son économie à forte productivité (systèmes techniques de production de masse), un éclatement des territoires et une diffusion à très grande distance des matériaux et des produits finis (*cf.* § 4ème partie). Cette explosion des territoires est, non seulement une conséquence d'un changement dans les productions, mais aussi des systèmes techniques, économiques et des relations inter-populations (nous n'intégrons pas la notion de régionalisme dans cette analyse pour la seule raison qu'elle n'a pas la même signification aujourd'hui qu'en préhistoire).

2-1- Le Néolithique ancien : Villeneuve-Saint-Germain

2-1-1- L'exploitation et la diffusion du silex

L'importance de la nature de la roche utilisée s'accroît, ainsi que celui du volume de la production. Le silex reconquiert sa place de matériau princier. On note alors une augmentation des quantités du silex, à très longue distance. Les matériaux ne voyagent plus principalement sous leur forme brute, mais essentiellement sous la forme de produits manufacturés, ce qui représente dans un système d'échange un basculement important. Ainsi les micro-centres de production observés au Mésolithique se remodèlent en grands complexes techniques. Les facteurs de force de colonisation, d'acculturation et de temps deviennent alors les principaux freins à la transmission des systèmes technico-culturels néolithiques.

Nous avons précédemment fait une description des principales trouvailles du Villeneuve-Saint-Germain (*cf.* § 4ème partie) du Massif armoricain. La distinction entre les sites V.S.G. du Massif armoricain et ceux de ses marges, est d'une importance capitale pour les questions de distance et de nature des échanges. Ces occupations du Néolithique ancien présentent une exploitation forte de silex des formations argileuses jurassiques et crétacés provenant de la Basse-Normandie. L'industrie du site du Haut-Mée (Saint-Etienne-en-Coglès, Ile-et-Vilaine), plus proche des affleurements géologiques de silex que les sites morbihannais de Bellevue (Neuillac) et Dillien (Cléguérec), présente des similitudes dans la nature (types de produits) des importations et les modalités de débitage *in situ* (variation selon la nature de la matière première). En effet, les importations se font principalement sous la forme de produits finis (lames de plein débitage), obtenus par percussion tendre et indirecte, et les phases de test et d'aménagement des nucléus sont absents. La principale différence avec les sites V.S.G. du Bassin parisien réside dans les modalités de débitage et les matériaux impliqués. Les procédés techniques sus-cités dans le V.S.G. du Bassin parisien s'appliquent l'un ou l'autre sur des silex différents. Or, sur les sites bretons, ils concernent tous les silex importés. Si le site du Haut-Mée ne révèle aucune production lamellaire significative, les sites morbihannais quant à eux sont marqués par un fort débitage lamellaire réalisé sur les silex d'importation et les silex côtiers. Les raisons de cette différence sont sans doute, le moment d'arrivée du Néolithique ancien, l'éloignement des gîtes de matières premières (à modérer) et la persistance de traits mésolithiques dans l'industrie (traits du débitage lamellaire pouvant être empruntés au Retzien ou contamination mésolithique). En effet, si l'on peut voir dans le débitage lamellaire des traits de l'imprégnation de la culture mésolithique (sites du Néolithique ancien tardif breton), l'existence de ce débitage au sein d'industries V.S.G. en Seine-Maritime (Bois du

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Caillot à Epretot) (Ghesquière et Marcigny, 1995) semble non seulement liée à la nature et aux dimensions des silex locaux, mais aussi à leur position stratigraphique supposée transitionnelle entre le Mésolithique final et le Néolithique ancien. Notons que le silex portant les traces d'un débitage lamellaire, sont dans le cas des sites bretons, des silex côtiers ou des préformes de silex crétacés normands, tandis qu'il s'agit de silex de craie de la côte ou de la bordure de la Seine pour les sites de la Seine-Maritime.

Un point marquant des industries du V.S.G. tardif est le choix d'un matériau privilégié pour le laminaire. Le site V.S.G. de Four à Chaux 1bis (Saint-Aubin-Routot, Seine -Maritime) (Ghesquière et Marcigny, 1995) montre un burin sur grande lame en silex tertiaire beige à petites inclusions blanches caractéristique des gisements de la région parisienne. Sur les sites V.S.G. tardifs bretons, les lames importées sont le plus souvent en silex du Cinglais (silex rougeâtres jurassiques) comme nous l'avons démontré dans ce volume, et selon les observations de divers auteurs (Cassen et *al*., 1998 ; Marchand et *al*., 2006). Cette observation est peut-être limitée par le nombre de sites V.S.G. en Bretagne, mais semble représentatif d'un choix des populations, d'un état relationnel (socio-politique), et d'un éloignement des gîtes de silex tertiaires pressigniens. Nous verrons plus en aval l'importance de cette matière pour certaines industries (livres de beurre) du Néolithique final.

Si l'importation de silex est très marquée au sein des industries V.S.G. succédant au Téviécien, il est plus difficile d'appréhender un comportement semblable au cours du Néolithique ancien qui succède au Retzien. Cette mauvaise lisibilité de l'importance du silex a été imputée à une augmentation de la part des quartzarénites de Montbert au sein des ensembles lithiques, principalement dans la région de Poiré-sur-Vie (Vendée). Peut-on voir en cela une explication à l'arrêt brutal du courant de néolithisation méditerranéen vers l'ouest durant sa phase ancienne (N.A.C.A.)? Nous avons posé précédemment le problème du hiatus techno-chronologique entre la Loire et la Vilaine. Nous avons aussi avancé l'idée d'une probable interruption de la propagation du courant N.A.C.A. vers le Téviécien par un défaut de transfert des matières premières. Nous verrons plus bas que les échanges établis au Néolithique tendent à détruire cette hypothèse. Nous devons alors nous poser la question d'une probable existence de traits techniques, tels le débitage par pression et la chauffe intentionnelle des modules de roches, dans le Centre-Ouest et le Retzien , et surtout de leur intérêt. Si au sein du Téviécien l'absence de ces traits techniques peut être justifiée par l'utilisation de roches dures et tenaces, entre la Loire et la Vilaine, ou même au sein du Retzien et dans le Centre-Ouest, certains produits qui attestent de la percussion indirecte (essentiellement sur silex) peuvent indiquer une pratique de la pression. Il ne serait donc pas déraisonnable de retrouver ces traits techniques au sud de la Bretagne, où l'exploitation de galets provenant de la Loire ou du littoral morbihannais n'est pas impossible dès le Mésolithique final.

2-1-2- L'exploitation et la diffusion des autres roches

Comme nous l'avons démontré plus haut, les quartzarénites de Montbert occupent une place importante au sein des industries du Néolithique moyen au sud de la Loire. Ce caractère est très proche de celui du V.S.G. dans l'Ouest en général. Il reste que l'utilisation non prédéterminée, et la forme de l'importation marquent une nette différence avec le V.S.G.. Un trait commun au V.S.G., est l'utilisation d'opale résinite.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-2- Le Néolithique moyen, récent et final

Nous avons vu lors de l'analyse des rares industries du Néolithique ancien dans l'Ouest de la France, quelle était la position des matériaux locaux dans le système technique, face aux roches d'importation. Ces occurrences ont révélé des liens régionaux insoupçonnables dans la phase transitionnelle Mésolithique-Néolithique, des attachements locaux particuliers à des matériaux précis, tel le quartzarénite de Montbert (peut-être un début d'attachement à un matériau présentant un faciès fin d'argilite aux qualités mécaniques meilleures que le silex et possédant une couleur gris-vert attirante).

2-2-1- Le Néolithique moyen I

Quelques sites (Bajoulière à Saint-Rémy-la-Varenne, Maine-et-Loire ; Port-aux-Ânes à Préfailles, Loire-Atlantique) permettent d'évaluer l'importance des roches dans la néolithisation d'origine centre-européenne, en Pays-de-la Loire. La céramique du Port-aux-Ânes permet de l'attribuer au Cerny de-Barbuise (stade avancé du Cerny) du Bassin parisien (Tessier, 1991, 1996 ; Cassen, 1991), son industrie lithique est marquée par la présence de la triade silex côtier (77,4 %), silex des Moutiers (4,1 %) et quartzarénites de Montbert (18,5 %). On y note une augmentation de la part des quartzarénites (situés à une soixantaine de kilomètres au sud-est), par rapport aux proportions de ce matériau sur l'ensemble des sites côtiers de la région au cours du Mésolithique final (exemple de la Gilardière avec 2 % de quartzarénite). Ils y arrivent sous la forme de blocs décortiqués (sur 72 individus en quartzarénites seuls 2 portent du cortex). L'augmentation de la part des quartzarénites dans les industries de la région de Poiré-sur-Vie est sans doute liée à l'action combinée de l'éloignement des galets de silex de placages alluviaux de la Loire, et de la qualité médiocre des matériaux locaux (exemple des phtanites). L'importance des quartzarénites de Montbert est alors un trait culturel évident.

A la Bajoulière (niveau sableux sous-jacent au cairn et au dolmen), le silex domine l'industrie et se présente sous diverses variétés : un silex Bajocien gris-clair à beige clair à nombreuses inclusions calcaires (2 à 3,5 km au nord-est), un silex Bathonien aux teintes blanc-gris, blanc bleueté ou jaune-clair (calcaires lacustres situés à 12,5 km au Sud-Est, à Pompierre sur la commune de chênehutte), un silex jaune et des silex opaques gris ou noirs. G. Marchand (1999) a qualifié la majeure partie du silex de la Bajoulière de local, soit un rayon d'approvisionnement de quatre kilomètres autour du site. Les différents silex ne semblent pas avoir fait l'objet d'un débitage particulier, sans doute en raison de la contamination du Mésolithique ancien et moyen et de la nature de l'occupation. Au total, l'industrie de l'Augy-Sainte-Pallaye a été décrite comme transitoire entre le V.S.G. et le Cerny (Marchand, 1999). Il est difficile d'appréhender cette transition entre deux cultures caractérisées par une importation forte de matériaux exogènes. Ce caractère de l'industrie fortement tournée vers les roches locales s'observe également à la Mainguinière (Saint-Michel-Chef-Chef, Loire-atlantique), avec près de 22 % de quartzarénite de Montbert (situé à une quarantaine de kilomètres au sud-est), 14 % de silex côtier, 15 % de galets de la Loire et 3 % de roches métamorphiques non déterminées (les éléments sont presque totalement du macro-outillage ou des blocs de galets naturels ; Guyodo, 2001). Ces concentrations de quartzarénites principalement se rapprochent de ceux de Port-aux-Ânes.

Le Castellic ancien, marqué par les seuls vestiges de tertres morbihannais dans l'Ouest de la France, ne peut être le sujet d'une analyse globale très soutenue. Il reste que pour une partie ces rares ensembles funéraires, la concentration d'éclats de quartzarénite de Montbert est forte

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

(Kerlescan et Bois du Latz à Carnac ; Er Hourich à La Trinité-sur-Mer ; Lannec-er-Gadouer à Erdeven). Le quartzarénite se trouve aussi sous la forme d'outils dans les trois premiers tertres précités et en association avec un quartzite côtier gris à Lannec-er-Gadouer. Cette présence importante de quartzarénite de Montbert est un prolongement du Cerny observé à la Mainguinière, aux Port-aux-Änes ou à la Bajoulière. En raison de l'observation d'un quartzite gris à la Manguinière et à Lannec-er-Gadouer, J.-N. Guyodo (2002) y voit un élément directeur du lien entre le Castellic et le Cerny. Notons, cependant qu'après vérification de la description de la collection décrite par l'auteur, il s'agirait probablement d'éclats de quartzarénite mal identifié.
Les matériaux locaux (phtanites, quartz hyalin, quartz filonien) sous forme d'éclats et/ou de galets sont peu utilisés, sans doute en raison du statut économique des ensembles fouillés. Les ensembles funéraires représentent en effet des lieux où se concentrent en majorité les matériaux les plus valorisés au sein d'une communauté ou d'un groupe. Ce statut particulier ne justifie qu'en partie l'absence des roches locales. Cette absence reflète aussi l'état des recherches sur les ensembles lithiques du Castellic ancien. Il est alors douteux de conclure comme J.-N. Guyodo (2001), que l'absence de produits de débitage en quartz hyalin pourrait être un caractère culturel.
L'utilisation de quartz hyalin n'est connu qu'au Paléolithique dans la région et son intrusion en contexte funéraire est liée aux valeurs nouvelles qu'on lui attribue, étant donné son apparition au sein du niveau néolithique ancien de Kerlescan. Le silex exogène noté dans ces ensembles funéraires est blond, à texture fine et cortex frais et clair.

A côté de ces tertres morbihannais qui renferment des indices d'un débitage de roches, de nombreuses découvertes, presque totalement dépourvues de traces de débitage, existent. Elles sont réparties dans l'ensemble des départements bretons, notamment dans les Landes de Lanvaux (nécropole de Coëby à Trédion ; Gouézin, 1992), en Forêt de Paimpont (tertre du jardin aux Moines à Néant-sur-Yvel ; Briard (dir.), 1989), à Plouër-sur-Rance (fosse de Le Boisanne ; Tinevez et *al*., 1990), au Quillio (tertre de Notre-Dame-de-Lorette ; Giot et L'Helgouac'h, 1956) et à la Grée de Cojoux (Ille-et-Vilaine ; Briard et *al.,* 1995). Parmi ces monuments, ceux qui ont été fouillés auront permis de relever une importation d'éclogites alpines, une présence de tessons de céramique type Cerny avec des contaminations anciennes (anneaux en chlorite) ou postérieures (flèches tranchantes). Nous ne rentrerons pas dans le détail de l'analyse de ces ensembles, car ce n'est pas le sujet de nos travaux. Il n'est donc cependant, pas exclu de retrouver des matériaux des roches de l'extrémité orientale du Massif armoricain au cours des recherches futures sur le Néolithique moyen en Bretagne (selon l'état des sols fouillés ou prospectés).

2-2-2- Le Néolithique moyen II

L'absence d'habitats du Néolithique moyen I est palliée dans la phase suivante par des découvertes, telles celles de Lillemer (Ille-et-Vilaine) et de l'Ile-aux-Moutons (Fouesnant, Finistère). Ces sites d'habitats sont contemporains de nombreux monuments funéraires, tous morbihannais (dolmen du Moulin de Sac'h à Etel, dolmens de Kerhan à Saint-Philbert, dolmen de Mané-Renézec à Carnac et dolmen de Saint-Adrien à Ploemeur), comme leurs prédécesseurs du Castellic ancien.

Au sein des monuments morbihannais, la triade quartzarénite de Montbert - silex côtier – quartz hyalin reste de règle, comme dans les ensembles funéraires du Castellic ancien. A ces roches s'ajoutent un silex blond (Le Grand-Pressigny), un silex noir du Crétacé (origine Charente) à et un silex marron clair à opaque bathonien (origine probable de plaine de Caen),

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

de l'opale résinite, de la fibrolite et méta-dolérite type A (haches). Le nombre de pièces récoltées dans ces monuments ne permet pas une véritable analyse de la représentativité des roches, mais leur présence ou absence, est un signe important pour justifier des échanges.
Seule la collection du dolmen n° 2 de Kerhan (Saint-Philbert, Morbihan), avec 118 pièces (hors pièces brûlées toutes en silex côtier) dont 96 en silex côtier, 8 en silex du sud-ouest et 8 en silex bathonien de Caen, semble désigner une valorisation de ces matériaux. Il reste à vérifier par la suite, leur place au sein des industries de sites d'habitat. Le silex noir crétacé charentais est minoritaire.

La présence d'opale résinite montre une continuité entre le V.S.G. et le Néolithique moyen I, tout comme les haches en méta-dolérite type A de Plussulien. Alors que l'on notait une absence de silex orientaux dans les monuments du Castellic ancien, ils sont bel et bien observés (malgré leur nombre restreint) au Castellic récent. Nous imputons ces absences à la taille des collections, puisque ce matériau est déjà fortement importé dans le V.S.G. au centre du Morbihan (Marchand et *al*., 2006). Ces remarques font état des recherches et des connaissances actuelles.
Les quartzarénites de Montbert s'expriment peu dans ces nouveaux ensembles et sont absents dans les ensembles d'habitats éloignés de la région de Nantes (exemple de Lillemer et de l'Ile-aux-Moutons). La diffusion de ce matériau dans le Morbihan est alors lié à la proximité des gisements. La notion de proximité est transposée, puisque les quartzarénites ne sont localisés qu'à près de 150 kilomètres du littoral morbihannais. Cette observation est un héritage des populations du sud de Nantes et du bocage vendéen, qui semble avoir perduré tout au long du Néolithique.
Si les quartzarénites semblent perdre leur pouvoir, c'est sans doute en raison de la nature des nouvelles productions (lames turoniennes) qui intègrerons les sociétés (Moustoir à Carnac, Barnenez à Plouezoc'h et autres monuments ou dépôts).

Les sites d'habitats disposent de collections suffisamment représentatives, pour permettre une analyse de l'importance des matières premières. La diversité des types de silex pressentis dès le V.S.G. en centre Bretagne, et qui se poursuit dans les ensembles funéraires du Néolithique moyen I, s'intensifie au Néolithique moyen II. Le cortège de roches annexes, qui les accompagnent, se compose essentiellement de roches locales (phtanites, grès, quartzites, roches métamorphiques indéterminées, cornaline, quartz hyalin) ou exogènes (silex bathoniens normands, silex turonien du Grand-Pressigny, opale résinite, chaille). Si les silex d'importations occupent une place importante dans le débitage à Lillemer, il n'en est pas de même à Les Bouries (Pointe du Veillon, Talmont-Saint-Hilaire), où les silex côtiers soutiennent un débitage laminaire.

Dans le niveau du Néolithique moyen de la Pointe du Payré (Jard-sur-Mer, Vendée) (Joussaume, 1981 ; Marchand, 1999), le silex noir charentais du Crétacé a été observé. Ce silex apparaît sporadiquement dans les assemblages funéraires du Castellic récent.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-2-3- Le Néolithique récent

Au Néolithique récent, les matières locales sont dominantes dans les assemblages lithiques et montrent une exploitation de l'environnement proche des sites, quel que soit la position géographique. Dans l'état actuel des connaissances, l'opale résinite et le silex noir du Crétacé charentais sont transportés sous forme de blocs bruts ou dégrossis. J.-N. Guyodo (2001) observe que l'opale résinite n'apparaît qu'au sein des ensembles de la zone ligérienne (Gâtineaux à Saint-Michel-Chef-Chef, Les Prises à Machecoul) et que les silex noirs crétacés de Charentes ne s'observent qu'au sein des ensembles d'habitats sud vendéens (La Chevêtelière, Les Caltières, La Prée Noire par exemple). Ce constat ne reflète sans doute pas une réalité archéologique. La présence marquante du silex du Turonien inférieur du Grand-Pressigny occupe un rôle bien différent ,et s'observe essentiellement sous forme de poignards, et rarement d'éclats. Ces éclats sont la preuve d'un façonnage *in situ* des poignards. La méta-dolérite de type A, sous forme de poignard, est la preuve de la continuité de la diffusion de ces produits, que nous avons détaillée plus bas.

Les quartzarénites de Montbert, au sud de Nantes, n'intéresse plus véritablement les hommes. Il ne représente plus qu'une infime part des roches taillées (1,2 % à 3 % aux Gâtineaux). Ce taux peut être relativement « élevé » vu le nombre de pièces récoltées pour les deux phases décrites pour ce site. A Coëx et L'Aiguillon-sur-Vie (Vendée) (Gandriau, 2001), situés à plus de quarante et cinq kilomètres au sud-ouest des affleurements de quartzarénite de Montbert, ce matériau ne représente relativement que 10 % des grattoirs, loin derrière le silex local. Il faut noter que l'on se situe à une dizaine de kilomètres tout au plus des affleurements de silex. L'importance des quartzarénites se vérifiera sans doute au centre du bocage vendéen. La remarque faite au préalable sur une plausible augmentation de la part du quartzarénite par rapport au silex du Mésolithique au Néolithique (*cf.* § *2-2-2-*), dans le bocage vendéen, est due au modèle d'exploitation dirigé vers les roches locales. Ainsi, plus on s'éloignerait des affleurements principaux, plus la quantité de matériel serait en décroissance. La présence de quartzarénites à plus de cinquante kilomètres de ses affleurements montre aussi une relative importance de cette roche. Est-ce parce qu'il offre un double avantage de volume et de qualités clastiques ?

La gestion des matières premières sur les sites littoraux morbihannais, tels que Groh-Collé et Guernic (Saint-Pierre-Quiberon), est marquée par une forte utilisation de silex côtier (plus de 96 % et 99 % respectivement) provenant du cordon fossile bordant les îles de Téviec, Guernic. Les autres matériaux se présentent sous forme d'éclats ou se rapportent au macro-outillage (notamment les 13 outils en roches métamorphiques provenant sans doute de la zone cisaillée sud armoricaine sur le site de Groh-Collé).

Toutes les exploitations semblent dessiner un territoire restreint (une douzaine à une vingtaine de kilomètres) pour la confection de l'outillage commun.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-2-3- Le Néolithique final

Depuis le Néolithique moyen I jusqu'au Néolithique récent, l'ensemble des sites à composante lithique propre ne sont connus, presque qu'entièrement, que sur le littoral armoricain. Cette structuration est inversée lorsque l'on observe la position des sites du Néolithique final. Nous verrons plus bas que l'importation de l'opale résinite qui n'apparaît que sur les sites de la zone ligérienne ne représente pas une réalité archéologique : hypothèse émise par J.-N. Guyodo (2002) et reprise ci-dessus (*cf.* § *2-2-2-*).

Afin de développer un modèle probant de la diffusion des matériaux, nous choisirons de synthétiser les informations provenant de trois sites d'habitats très différents des autres occurrences du Néolithique final. Il s'agit des sites de La Hersonnais (Pléchâtel, Ille-et-Vilaine), de Bel air (Les Herbiers, Vendée) et de Bellevue (Saint-André-Goule-d'Oie, Vendée). Ces ensembles sont limités par le nombre de pièces récoltées.

Le site breton de La Hersonnais présente une gamme de matériaux constante, quelque soit la structure qui est analysée (240 pièces analysées dont 123 pièces pour l'outillage) (Guyodo, 2001 ; Tinévez et *al.*, 2004). Les galets de terrasses de la Loire sont majoritairement utilisés (près de 50 %) de l'ensemble de la collection. L'opale résinite (13 % de l'outillage, dont les affleurements actuellement connus sont localisés à plus de 120 km au sud-ouest, dans le Saumurois) est le second matériel débité, bien avant les quarzites et grès locaux, le silex thouarsien (localisé à plus de 150 km dans les Deux-Sèvres, 1 éclat cortical), des ultramylonites (nous n'avons pu de vérifier s'il s'agit d'ultramylonites sud armoricaines ou de cataclasites nord armoricaines) et de silex d'origine indéterminée. La description des silex exogènes d'origine inconnue, faite par J.-N. Guyodo, nous laisse croire qu'il s'agirait de silex sarthois. Les produits laminaires sont très peu présents. Les silex de la Loire situés à plus de 70 km au sud, subissent eux aussi un débitage d'éclats en majoritaire. Tous ces matériaux expriment un approvisionnement à des distances plus grandes que celles du Néolithique récent. L'absence de silex normands situés presque à égale distance du site que les silex thouarsiens ou l'opale résinite ne semble pas décrire un choix des habitants de ce site puisqu'il n'est pas très éloigné des sites V.S.G. du Haut-Mée (Saint-Etienne-en-Coglès, Ille-et-Vilaine) et de Pluvignon (Betton, Ille-et-Vilaine) où l'on note déjà une forte présente de silex du Cinglais. Est-on en présence d'une limite marquée par le système d'approvisionnement, la reconnaissance des matériaux, la nature structurale des terrains sédimentaires locaux (grès grossiers et quarzites) ou la densité des vestiges récoltés ? Cette question se pose aussi pour le silex du Grand-Pressigny. En ce qui concerne ce dernier, une analyse des données de diffusion des lames pressigniennes effectuée par E. Ihuel (2004) certifie la présence de deux poignards à proximité immédiate du site (plus de 200 km des affleurements pressigniens).
Nous pouvons, sans aucun doute, parler d'approvisionnement à grande distance. En-est-il de même pour les sites situés légèrement au sud en plein bocage vendéen, où abonde un faciès fin de grès (quartzarénite de Montbert) ?

Le site de La Barrais (Saint-Sauveur-des-Landes, Ille-et-Vilaine) atteste d'une exploitation de galets de silex roulés de la côte Nord et de silex pressignien sous forme de poignards ou de fragments (Hinguant et Laporte, 1997). Ce site est situé à plus de 125 km des galets de la Loire. On peut ainsi justifier l'absence de galets de la Loire par le fort éloignement des gisements. Les galets côtiers au nord de L'Ille-et-Vilaine occupent la même fonction que ceux de la Loire, pour les sites du sud de ce département.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les sites de Bellevue (Saint-André-Goule-d'Oie) et de Bel Air (Les Herbiers) permettent d'authentifier une exploitation forte de quartzarénite de Montbert (situé à une trentaine de kilomètres), avec simultanément 76 % et 43 %. La part de ce matériau augmente avec la taille de la collection et l'éloignement du centre du bocage, où abondent de nombreuses phtanites (*cf.* § *1-1-1-*). Les galets de la Loire sont aussi présents, mais en très faible quantité. Peut-on alors affirmer avec certitude que les galets alluviaux de la Loire représentent au sein du Bassin de Rennes un matériau que l'on pourrait qualifier de « local », position qu'occuperait le quartzarénite de Montbert au sud de la Loire ? Dans ce cas le microquartzite de la Forest-Landerneau constituerait le matériel principal pour un probable Néolithique final dans le nord du Finistère (pour cause de rareté de silex sur le littoral nord), les silex de cordons dans les régions littorales les plus pourvues. L'essai de catégorisation des matériaux effectués (*cf.* § 5ème partie) permet d'observer que les faciès de grès éocènes présents dans l'Ouest (échantillons Gresay, Bois du Rocher, Plouhinec, Kervouster) se trouvent dans la même classe (Classe 1) que les quartzarénites de Montbert. Le paramètre de dureté est très important dans la vitesse d'usure des tranchants d'outils. La recherche au sud, par les populations du nord de la Loire, de silex alluviaux n'est donc pas anodine, mais lié aux qualités au débitage et à l'utilisation que leur procurent ce matériau.

En résumé, nous avons un approvisionnement qui peut-être qualifié de local à sub-local pour les galets de silex, qu'ils soient côtiers ou alluviaux en fonction de l'éloignement des gisements. Ces qualificatifs peuvent être utilisés pour des silex localisés à plus de 70 km en raison de la position du silex face aux roches locales (grès grossiers, ultramylonites et autres). Au Sud de la Loire, les quartzarénites de Montbert étant qualitativement concurrents des silex côtiers des Moutiers-en-Retz, des galets du littoral vendéen et des galets de la Loire, leur exploitation est déterminante, et s'exprime fortement sur les sites vendéens éloignés du littoral. En effet, le site des Caltières (Olonne-sur-Mer, Vendée) peu éloigné des galets du littoral vendéen actuel (moins de 4 km) est caractérisé par une forte exploitation de ces silex (Guyodo et Rousseau, 1997). La collection lithique de ce site comprend aussi des haches en méta-dolérite de Type A (Plussulien), en dolérite, en amphibolite, en tuf volcanique et en silex gris turonien de Saintonge (situé à 100 km au sud). Ce silex saintongeais est un marqueur d'échanges Sud/Nord en marge du grand axe Sud-Est/Nord-Ouest définit par le silex turonien du Grand-Pressigny, et épisodiquement par l'opale-résinite saumurienne ou angevine.

2-3- Des productions à forte valeur ajoutée : les haches polies et les lames de faucilles

Le nombre limité d'habitats du Néolithique ancien dans l'Ouest de la France représente un frein à l'évaluation des échanges les plus méridionaux du Villeneuve-Saint-Germain, mais les productions contemporaines (anneaux de disques en schiste), ou qui leur succèdent (haches polies, lames faucilles) sont une preuve de la continuité de ces systèmes du Néolithique ancien. On observe en effet, grâce à diverses études effectuées, des productions nouvelles sur des matériaux très caractéristiques. Ces matériaux sont caractéristiques des substrats géologiques locaux (divers schistes, méta-dolérite, silex du Grand-Pressigny, silex bas-normands, fibrolite et autres) (Le Roux, 1999 ; Pailler, 2004 , etc…). De part leurs propriétés mécaniques différentes, les productions nécessitent des adaptations particulières, et ont une fonction probablement variée. Ainsi les haches polies en silex constituent, de part leur ténacité et dureté très élevées, des matériaux aptes à une utilisation très poussée, mais nécessitant un temps de polissage élevé (*cf.* § 5ème partie). A l'inverse, l'utilisation de haches polies en roches métamorphiques (exemple de la méta-dolérite de type A), en roches

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

magmatiques (dolérite, diorite), peut s'étendre sur une durée moins longue, en raison de leur dureté peu élevée (*cf.* § 5ème partie). Ainsi, le critère de facilité à la fabrication (notons que la facilité à la fabrication est aussi liée à la facilité à la fracture et à la propagation des fractures définies par la ténacité) pourrait être synonyme de diffusion rapide, mais aussi de courte durée de vie, et donc d'entretien d'une économie de production. Si ces traits sont vrais pour les haches polies, c'est l'inverse pour les lames de faucille pour les quelles le silex serait le matériau de prédilection (dans les régions analysées dans ce travail).
Les territoires de diffusion maximale de ces grandes productions établies par les auteurs précités dessinent-ils des aires intrinsèques liées plus à la qualité mécanique (due à la fonction de l'objet), plutôt qu'au temps nécessaire à la production (indirectement à la masse de la production) ?

2-3-1- Les haches en méta-dolérite face aux autres productions contemporaines

La méta-dolérite tholéitique à grain très fin de Plussulien a été découverte sur la colline de Quelfenec-Séledin (Le Roux et Giot, 1965). Son exploitation et sa diffusion s'est étalée de 4250-4050 avant J.-C. jusque vers 2200-2000 avant J.-C. Nous ne nous attarderons pas dans la description du gisement, son modèle d'exploitation et de la typologie des haches car elles ne rentrent pas dans l'objectif de notre discussion. Rappelons cependant que toutes les étapes de l'extraction et de la fabrication s'observent sur l'affleurement. De même, la position de l'atelier de Plussulien en centre de la péninsule bretonne et sa position élevée (altitude de près de 300 mètres) sont des atouts non négligeables mais secondaires face aux qualités mécaniques liées à la percussion lancée à laquelle les produits qui en dérivent son destinés (*cf.* § 5ème partie). C. T. Le Roux (1999) avait évalué que la méta-dolérite de type A possédait une résistance à l'éclatement 3,5 fois supérieure à celle du silex. L'absence de valeur mesurée et la méconnaissance des techniques de mesure nous a conduit à quantifier des paramètres mécaniques pertinents et d'en faire une analyse cohérente avec l'ensemble de nos travaux. Ce faciès fin de méta-dolérite comparativement au silex local présente bel et bien des propriétés de résistance à la fissuration et à l'éclatement meilleures que celles du silex. Ainsi, leur exportation devrait dessiner un territoire suffisamment étendu pour justifier ces qualités.

Au regard des observations de C.T. Le Roux (1999) (sous réserve de l'homogénéité et de la représentativité temporelle et quantitative des ensembles étudiés), nous pouvons néanmoins faire ressortir cinq grands traits de cette industrie :

- la sur-représentation de ces haches dans la péninsule bretonne, sauf dans les zones où affleurent d'autres types de roches métamorphiques tel la méta-dolérite de type B (Baie de Douarnenez à l'estuaire de la Loire)

- la faible proportion de lames en silex d'origines diverses qui accompagnent les haches en méta-dolérite de type A : une conséquence de la préciosité du silex pour l'outillage commun

- l'utilisation différentielle des haches en fonction de la nature structurale que pétrographique (méta-dolérite de type A, silex, fibrolite armoricaine, jadéitites et éclogites, etc.)

- la diffusion maximale dessine un territoire en forme d'arc de cercle reliant la Gironde au confluent de la Seine et de l'Oise. Cette « frontière » s'étendrait d'Angoulême à

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

> Orléans en passant par Châteauroux. Les découvertes en Alsace et Bourgogne semblent fiables, de même que celles du nord-est de la Belgique et du sud de l'Angleterre. Hormis ces zones, les autres découvertes restent sporadiques ou incertaines sans analyse de leur nature et âge (Le Roux, 2002).

La diffusion des haches polies en méta-dolérite de type A est très marquée en Bretagne face aux matériaux connexes. Le Léon représente la zone d'utilisation maximale de la méta-dolérite en raison de la proximité du gisement de Plussulien. Le Léon occidental marqué par près de 34 % de haches en méta-dolérite type A, le Léon oriental avec 69 % et le pays de Quimperlé avec 65 % constituent les zones à très forte représentativité dans le Finistère.
Le Morbihan (mis à part les haches des tumulus carnacéens) aura permis à C.T. Le Roux (1999), d'estimer le taux de haches en méta-dolérite type A à 31 % en moyenne, avec des exceptions sur l'ilôt d'Er-Lannic (66 %) (en raison d'une probable activité d'atelier et de "rituel") daté du Néolithique moyen II par la céramique (Bailloud, 1975) et au Camp du Lizio (43 %) daté du Néolithique récent.

Les Pays de la Loire sont fortement marqués par les collections du Dr. M. Tessier au Nord de Pornic, de la fouille de l'habitat final des Prises (69 % ; Machecoul, Loire-atlantique) (L'Helgouac'h, 1988 ; Boujot et l'Helgouac'h, 1988) et des différents musées en Loire-atlantique (Musée de Nantes, Muséum d'Histoire Naturelle de Nantes) et de Vendée (Musée de la Roche-sur-Yon). Notons que de nombreuses haches en méta-dolérite sont découvertes actuellement par des particuliers comme l'attestent des informateurs tels J.M. Jauneau et C. Dugast, et nos propres investigations chez des agriculteurs ou prospecteurs locaux. Ces observations sont sans doute valables pour l'ensemble de la France. Hormis ces fortes concentrations, la proportion du type A décroît vers le sud, passant de près 51 % dans le bocage vendéen, à près de 45 % en Vie et Olonne, 31 % en Talmondais et 21 % autour de Fontenay-le Comte (Le Roux, 1999). L'auteur voit en ces valeurs, la limite de diffusion significative de la méta-dolérite type A vers le sud de la France.
Nous ne rentrerons pas plus dans le détail des collections rassemblées dans les régions plus éloignées car elles sont peu nombreuses et moins pertinentes.

La part des haches en silex est symbolique et augmente lorsque l'on s'écarte des grands centres de productions de roches tenaces armoricaines, et le rapprochement aux zones d'abondance de silex de grands modules. Elle est estimée à 15 % des haches dans le pays de Retz, 27 % dans le pays d'Olonne, 12 % dans le Fougerais en Ille-et-Vilaine, 14 % dans la Mayenne et 33 % dans la Manche (sous réserve de la modicité de la collection). Des exceptions existent comme dans tout phénomène avec les ensembles funéraires morbihannais : sanctuaire-atelier de méta-dolérite de type A et de fibrolite d'Er Lannic (Néolithique moyen II ; Le Rouzic, 1930). L'absence d'études pétrographiques sur les haches en silex en Bretagne ne permet pas une analyse détaillée de l'origine des silex.

L'état de finition des haches en méta-dolérite de type A nous laisse dubitatif devant l'importance de ce paramètre sur l'utilisation et les distances maximales de diffusion. C. T. Le Roux (1999) note qu'aucune hache ne possède un véritable poli spéculaire. Les défauts de polissage sont alors fréquemment observés (polissage incomplet ou sommaire, conchoïdes de taille non résorbés, formes irrégulières). Ces irrégularités de surface ne concernent pas seulement les exemplaires rencontrés près des ateliers, ou dans la péninsule bretonne. Les grandes pièces ne dérogent pas véritablement à cette règle (exemple d'un "ciseau" de l'ancienne collection de Mgr. David dans les Côtes-d'Armor). L'usure et les raffûtages sont peut-être très contraignants pour la capacité de diffusion, mais à une moindre mesure que le

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

façonnage principal. La fonction occupée par ces outils au sein des groupes humains passés (usage quotidien) est peut-être indéniable, mais leur importance tient compte de l'état du façonnage. M. Baudouin (1917) voyait dans les hachettes en méta-dolérite type A des pièces "votives". Selon C. T. Le Roux, ces hachettes présentent de nombreuses traces d'utilisation et sont rarement observées sur l'ensemble de la Bretagne, ce qui est le contraire des hachettes en fibrolite comme nous le verrons plus bas (*cf.* § *2-3-3-*).

Sur le plan de l'utilisation quotidienne, en tant qu'outil de travail du bois, l'état du poli de surface non active est logiquement moins important que l'état du poli de la surface active proche du tranchant, de sa résistance à la fracture ou à l'éclatement. Inversement, sur le plan votif ou d'apparat, c'est principalement l'état général du poli et donc son éclat, mais aussi la nature de la roche utilisée qui sont les critères principaux du choix d'attribution de cette fonction à l'objet. La taille peut intervenir, mais nous semble moins stricte que les précédents paramètres d'état de surface. Les populations éloignées des centres de production qui désirent intégrer des productions de lames polies en méta-dolérite de type A, à des fins spirituelles ou d'hiérarchisation de leurs sociétés, tiendrons compte de tous ces critères. Nous verrons plus en aval qu'en multipliant les modèles d'utilisation des lames en roches vertes alpines, leur échange semble avoir une expansion plus grande que celle des lames en méta-dolérites armoricaines.

C. T. Le Roux constate que les découvertes les plus éloignées de haches en méta-dolérite de type A notamment à Liévin (Pas-de-calais) dans une fosse[1] datée entre 4450 et 3700 ans avant J.-C. (Piningre, 1985), et au Mont-d'Huette (Jonquières, Oise) dans un niveau[2] daté entre 4230 et 3650 ans avant J.-C. (Blanchet, 1974), révèlent des échanges déjà bien établis dès le début du fonctionnement des ateliers (Néolithique moyen). Ces échanges de métadolérite sont contemporains de la phase durant laquelle la circulation des haches alpines atteint son apogée (*cf.* § *2-3-2-*). La confrontation haches en éclogites et jadéitites alpines et haches en méta-dolérite armoricaine est particulièrement pertinente. Si certaines productions ont utilisé en partie des éclogites de la région nantaise, elles ne peuvent être malheureusement pas datées actuellement. Il reste que l'association de haches d'apparat dans les tumulus carnacéens du littoral morbihannais (seconde moitié du Ve millénaire avant J.-C.) est contemporaine du fonctionnement de l'atelier de Plussulien.
On remarque aussi que les dernières haches accompagnant l'arrivée des « premiers princes » du Bronze ancien armoricain ne font pas l'objet d'une utilisation en tant qu'objet « symbolique ». Cette absence de symbolisme est à lier à la couleur et au rendu terne de la méta-dolérite tout comme de certaines dolérites armoricaines.

2-3-2- Les haches alpines

Si dès les années 1950, les anglais à travers le groupe de travail Stones Axe Studies systématisent la caractérisation pétrographique des lames de haches et d'herminettes en pierre polie, cette méthode ne s'appliquera en France qu'après la découverte en 1965 des carrières de méta-dolérite de Plussulien (Le Roux, 1999). C'est S. Campbell (1963) qui, en réalisant

[1] Dates radiocarbone Gif 4023 (5400 ± 120 BP) et Gif 4022 (5170 ± 120 BP), calibration Calib 5.0.1, Stuiver, M., and Reimer, P.J., 1993.

[2] Date radiocarbone Gif 2919 (5120 ± 130 BP), calibration Calib 5.0.1, Stuiver, M., and Reimer, P.J., 1993.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

l'étude des haches en jadéitite et éclogite trouvées en Grande Bretagne, provoque grâce à ses conclusions la floraison d'études régionales dans plusieurs pays. Toutes ces études attribuent l'origine de leurs éclogites et jadéitites aux Alpes internes.
Les haches en roches vertes, principalement des jadéitites, des serpentinites, des éclogites, des glaucophanites, des néphritites et des omphacites alpines (Santallier et *al.,* 1998) présentent des qualités mécaniques tenaces et ont des dimensions impressionnantes. A l'inverse des haches en méta-dolérite de type A de Plussulien (Côtes-d'Armor, Bretagne), les lames en roches vertes alpines ont fait l'objet d'un investissement technique (polissage essentiellement) très prononcé. L'état du façonnage leur conférait alors un titre de noblesse incontestable, que l'on retrouve avec les haches en fibrolite armoricaines (Pailler, 2004) et dans une moindre mesure avec les haches en méta-dolérite de type A (Le Roux, 1999).

Des représentations des haches alpines en fonction de leur nature pétrographique (essentiellement jadéitite et éclogite) faites par P. Pétrequin et C. Croutsch (Pétrequin et *al.,* 2002) et C. D'Amico (2005) montrent une configuration en deux zones bien distinctes séparées par une ligne imaginaire allant de Genève au Havre). Le schéma de distribution définit par C. D'Amico s'étend légèrement à l'Est de la mer Adriatique
Les lames en jadéitite vert clair, à structure saccharoïde, dominent les collections entre le Monte Viso et le Val d'Aoste, les grandes lames en éclogite[3] vert foncé au nord des Apennins, avec le massif de Voltri pour épicentre (Petrequin et *al.*, 2002). Cette ligne de démarcation est très significative, en ce sens qu'elle est peut-être très importante pendant un certain temps, et dont les conditions d'existence sont encore à définir, mais marque surtout le frontière entre les haches en contexte non funéraire au nord (régions pourtant marquées par de nombreuses sépultures néolithiques fouillées) et les haches associées aux sépultures sous tumulus au sud. Cette différence marque, selon P. Pétrequin et *al.* (2002), la frontière momentanée entre les cultures du Rössen , le Chasséen et les groupes contemporains de ce dernier.

La distribution des haches alpines est non aléatoire et irrégulière. En effet, des zones à fortes concentrations s'opposent à des zones marquées par une absence de découvertes. Si dans ces zones vides, l'absence de haches alpines est indiscutable, on y relève cependant l'existence de nombreuses haches (plusieurs roches). La multiplication des prospections sur ces territoires n'a donné aucune réponse comme le notent les auteurs. Ils imputent ce modèle de répartition à une compétition sociale entre zones intensément riches et entraînant des échanges élitistes à grandes distances. Certaines concentrations sont en effet liées à des régions agricoles riches ou régions à ressources naturelles importantes, telles les sources salées de Halle (Thuringe, Bad Nauheim (Rhénanie), ou le diapir de sel de Cardona (Catalogne) (Pétrequin et *al.,* 1997 ; Weller, 2000).

Quatre grandes auréoles de concentrations sont dénombrées à partir des affleurements importants d'ophiolites[4] alpines du nord-ouest de l'Italie (Pétrequin et *al*., 2002) :

- le groupe des Alpes du nord et des Alpes du sud avec des échanges sur près de 200 km

- le groupe des Pyrénées, de la Bretagne, du Bassin parisien, de la Belgique-Rhénanie et de Thuringe avec des échanges entre 500 et 800 km de distance

[3] Notons que les lames en jadéitite verdâtre sont rares en Italie du Nord.
[4] ophiolites : terme anciennement utilisé pour désigner des « roches vertes »

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

- le groupe de l'Angleterre et du Danemark distants de 1000 à 1200 km des gisements principaux

- le groupe de l'Ecosse et de l'Irlande distants de 1600 km à vol d'oiseau.

Ces groupes définis par P. Pétrequin et *al*. (2005) sont plus ou moins semblables à ceux définis par C. D'Amico (2005). Ce dernier précise que les échanges s'effectuant entre 500 et 800 km sont destinés à une ou des fonctions multiples selon la direction des échanges. Lorsque les échanges sont dirigés vers l'Est, le modèle des lames est identique à ceux d'Italie et n'ont qu'une fonction usuelle commune. Vers le nord, les formes sont identiques à celles des haches néolithiques italiennes, mais sont fortement enrichies en jadeitite, malgré des quantités faibles (cas du Centre-Est de l'Europe). A partir de 800 km vers le nord, les formes allongées de rituel ou d'apparat, absentes en Italie, coïncident avec la sélection de belles haches en jadéitite parfaitement polies, même dans le cas de haches usuelles en éclogites alpines. Les quantités de haches longues et minces de cérémonies varient suivant les territoires examinés. Elles sont par exemple très nombreuses dans l'Ouest de la France et en Grande Bretagne, et rares en Allemagne et aux Pays-Bas.

Ces échanges à très longues distances ne sont véritablement connus que dès le début du Chalcolithique, avec la diffusion des métallurgies du cuivre des rives de la mer Noire, vers l'Autriche et le Danemark. Ce phénomène qui débute dès la moitié du V^{e} millénaire avant J.-C. n'atteint son paroxysme qu'au début du IV^{e} millénaire avant J.-C. (Klassen, 2001). La prestance que procure ces lames alpines aux hommes qui la possèdent est la raison principale au particularisme de cette diffusion.

Ainsi comme nous l'avons annoncé plus haut au moment de l'analyse de la circulation des haches polies en méta-dolérite de type A., la part de prestige qui leur est attribuée étant faiblement exprimée, les échanges ne s'étendent pas véritablement. Ni le nombre, ni la résistance de ces matériaux à le fracture ne peuvent imposer des territoires de mobilité très étendus si leur utilisation unique est champêtre. On peut alors s'interroger sur la valeur portée aux différents types de roches avec le temps au sein du cortège de haches alpines. La quantité et la distance parcourue au cours des échanges décroissent-elles au cours du Néolithique final avec la nature des roches tenaces ?

Afin d'évaluer l'importance et l'évolution des choix de matières premières en fonction du temps et de leur fonction, nous ne détaillerons pas les variations chrono-typologiques, mais nous insisterons sur l'élargissement de l'échelle chronologique et territoriale (Europe) en combinant les données de plusieurs auteurs, E. Thirault (2005b), C. D'Amico (2005), M. Ricq-De Bouard (1996) et P. Pétrequin et *al.* (2002, 2005) et autres auteurs pour analyser l'évolution du paramètre matière première sur les industries de lames polies alpines.

Entre 5600 à 4500/4200 ans avant J.-C. (Néolithique ancien au Néolithique moyen I), l'utilisation des haches est essentiellement liée à l'abattage et au travail du bois. Cette observation se rapproche de celle faite sur les haches en méta-dolérite de type A de Plussulien. Un point important de cette industrie est l'utilisation presque exclusive des éclogites à grain fin et régulier (métabasaltes) notée par M. Ricq-de-Bouard et *al*. (1990). Si ces derniers auteurs affirment de par leurs observations, que les affleurements en place sont principalement constitués d'éclogites à grain grossier (métagabbros ferro-titanés) et que l'approvisionnement des néolithiques s'est fait dans les dépôts secondaires. E. Thirault (2005a), quant à lui, considère que les éclogites à grain fin proviennent d'affleurements

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

autochtones ou sub-autochtones. Il ne précise cependant, pas la part de chaque faciès d'éclogite sur les affleurements primaires ou autochtones de la zone piémontaise interne. Une extraction en zone secondaire vouée à une altération comme dans le cas de méta-dolérite de type A dans sa phase d'exploitation la plus tardive (Le Roux, 1999) ne nous semble pas impossible pour un matériau aussi prestigieux de part son éclat et sa couleur au poli mais insuffisante, d'autant plus que les néolithiques de Plussulien ont tenté d'extraire la roche massive par percussion dans les parties fissurées par les diaclases, et où l'altération météorique est la plus intense, toujours dès le début du Néolithique moyen. Il n'est donc pas impossible que les affleurements primaires de faciès fins d'éclogites ne soient pas bien connus, sauf si des progrès conséquents sont en cours et n'ont pas fait l'objet de publications. Des exploitations *in situ* de jadéitites sont très bien connues dans le massif du Monviso (Italie), à plus de 2400 m d'altitude, notamment pour le dépôt de haches de Vendeuil (Aisne) (Petrequin et *al*., 2005). La grande hache de Brenouille (Oise) est en éclogite alpine (indéterminée), mais probablement originaire soit du Monviso, soit de Voltri (Italie).

Cette période a été divisée en plusieurs phases suffisamment décrites par E. Thirault (2001, 2005b) et que nous ne détaillerons pas ici. Notons surtout que les échanges et les distances augmentent dès le début du Néolithique moyen I. L'exemple du sous-emploi des roches du Bassin du Rhône vient appuyer l'idée d'une probable dynamique sociale valorisant les haches alpines, incitant les échanges à s'étendre de plus en plus loin, touchant alors une bonne partie de l'Europe occidentale (Giot, 1965 ; Pétrequin et *al*., 1997).

Une cartographie à l'échelle de l'Europe des occurrences de haches alpines du Néolithique moyen I, et les premières industries du Chalcolithique (Pétrequin et *al*., 2002 ; 2005) montre, tout comme le contact entre les zones à industries sur jadéitites et les zones à industries sur éclogites, une partition des territoires bien définies, avec à l'ouest les dépôts de haches polies alpines et à l'Est ceux d'objets en cuivre. Peut-on associer cette valorisation sociale des haches alpines à l'émergence de ce chalcolithique, et donc à l'affirmation culturelle ? Si certaines formes de haches alpines en Suisse (Cham, Eslen ; datée de 4300 à 4000 ans avant J.-C.) ou de Paulhiac (Gers, France) semblent imiter des formes de haches en cuivre, il apparaît aussi que certaines productions des métallurgistes imitent des haches occidentales en roches alpines (Klassen, 2000).

Durant le Néolithique moyen II (4500/4200 à 3600/3200 ans avant J.-C.), correspondant au Chasséen dans le Bassin du Rhône, la circulation des éclogites alpines atteint son apogée. Au Néolithique final et Chalcolithique (3600/3200 à 2300/2000 ans avant J.-C., les diffusions sont encore massives dans les Bassins du Rhône, de Savoie et de la moyenne Vallée du Rhône. Cette récession des échanges n'altère cependant en rien la position qu'occupe les haches en éclogites dans ces régions, en raison des productions importantes, et de l'investissement technique important qui leur est destiné.

La chrono-typologie établie peut être discutée, de même que la limitation de la taille des haches à au moins 15 cm de long comme seule définition d'un de prestige. Si l'adoption de cette limite de taille n'altère en rien l'importance accordée aux éclogites alpines dans les régions éloignées des centres de production, elle représente un hiatus dans la définition d'un cadre chrono-typologique. La quantité de lames alpines est sans doute la raison du choix à ne considérer qu'essentiellement des produits de grande dimension pour analyser la diffusion au fil des temps, d'autant plus que les ravivages ou polissages très poussés sont fréquents, tels sur les haches carnacéennes en jadéitite. L'absence d'analyse systématique de la nature pétrographique des haches néolithiques (exception faite des lames dans la région Sud-Est,

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

d'Italie, et de Grande Bretagne) est une limite à la connaissance des fonctions qu'occupent les matériaux tenaces autres que les éclogites et les jadéitites au Néolithique en Europe.

Comment peut-on lier cette exploitation marquée par un apport dès le V.S.G. de silex turoniens (silex du Grand-Pressigny) ?

2-3-3- Les haches en fibrolite

Tout comme les éclogites et jadéitites alpines, la méta-dolérite type A de Plussulien et bien d'autres roches exploitées au cours du Néolithique européen, la fibrolite est un matériau tenace, dur, et présentant un rendu au polissage très esthétique. Ce dernier aspect lui a valu un rôle important au cours du Néolithique, ce qui le rapproche plus des roches alpines que des méta-dolérites armoricaines. De part l'importance des métaophiolites HP alpines dans l'ensemble de l'Europe face aux autres roches tenaces (*cf.* § *2-3-2-*), nous insisterons essentiellement sur la place occupée par les productions en fibrolite au sein du Massif armoricain, afin d'évaluer son importance face aux roches alpines. De nombreuses études régionales de l'exploitation de la fibrolite ont été effectuées en Armorique, notamment en Bretagne par Y. Pailler (2004). Avant toute analyse de la répartition, du travail et de la chronologie des produits en fibrolite, il est intéressant de s'attarder sur l'état des connaissances des gisements potentiellement exploitables à l'échelle de la France, notamment sur le Massif armoricain et le Massif central car, l'importance de ce matériau va varier pour les populations des deux régions (*cf.* § infra).

Les gisements armoricains de fibrolite ont été reconnus par C. Barrois (1882) quelques années après ceux du Massif central (Damour, 1865). La détermination des gisements de fibrolite à travers l'étude des objets polis n'a jamais fait l'objet d'une analyse poussée sur le Massif armoricain comme il l'est dans le Massif central. Nous ferons au fil de ce travail quelques réflexions sur des exemples du Massif central afin de relever des similitudes de comportements préhistoriques face à ce matériau.

L'exploitation de la fibrolite sur le Massif armoricain a été attestée après la découverte des affleurements s'étalant entre Plouguin, Coat-Meal et Bourg-Blanc (nord de Brest, Finistère), et de Port-Navalo (la Présqu'île de Rhyus, Morbihan) (Chauris et *al*., 1970). Ces gisements ont été détaillés par Y. Pailler (2004), avec une insistance sur les zones d'exploitation vérifiée et les nouvelles découvertes, telles Lanrivan et Menez an Arz (Plouguin). Parmi ces deux gisements potentiels, seul le gisement de Lanrivan montre des traces d'exploitation *in situ* (percuteurs de quartz, blocs et plaquettes de fibrolite). Ce travail de détail n'existe pour le Massif armoricain, qu'à l'échelle du Léon.
Sur la Base des études faites par B. Hallégouët[5], on compte 16 gisements potentiels de fibrolite en Bretagne, essentiellement concentré dans le Finistère ; sans doute en raison de la proximité de ce chercheur de la zone géographique explorée. Seuls deux gisements sont notés pour le Morbihan (Port-Navalo) et l'Ille-et-Vilaine (région de Saint-Malo). Quelque soit le cas, la fibrolite, de par sa résistance à l'altération et à l'érosion, se trouve essentiellement sous la forme de galets de mer ou de rivière.
Dans le Massif central, la fibrolite est abondante dans les formations métamorphiques de la partie centrale de l'Auvergne, notamment dans la haute vallée de l'Allier et la basse vallée de l'Alagnon (Marchand et *al.*, 1989).

[5] B. Hallégouët : Maître de Conférences en Géographie physique à l'Université de Bretagne Occidentale, UMR 6566 C.N.R.S.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

L'utilisation la plus anciennement connue, à l'heure actuelle, de la fibrolite sur le Massif armoricain, se trouve sur le site Villeneuve-Saint-Germain final du Haut-Mée (Saint-Etienne-en-Coglès, Ille-et-Vilaine) (fibrolite à veinures brun-rouge de la région de Saint-Malo). D'autres exploitations plus récentes, datant du Néolithique moyen et Néolithique final, sont attestées respectivement sur le site d'habitat de Curnic (Gussény, Finistère ; Giot, 1998) et à Henger (lame polie perforée; Milizac, Finistère). Notons que la lame perforée de Henger constitue, avec le fragment de "hache-marteau" de Plouguin (Finistère), les seuls indices du Néolithique le plus avancé.

L'un des objectifs de ce travail est la comparaison des zones exploitées et de diffusion du matériel. Nous ne nous attarderons pas sur la typologie des produits et les modèles de production. Certains traits de l'exploitation sont néanmoins importants à noter, du point de vue comportemental. Y. Pailler note au cours de ses travaux, que la fibrolite verte semble être particulière aux gisements du Finistère. Cette observation n'est cependant qu'une assertion non vérifiée, du fait de l'absence d'analyses minéralogiques. Il reste qu'il s'agit d'une piste d'exploration non moins significative.

Les hachettes (lames polies de longueur ≤ 5 cm selon C.T. Le Roux, 1999) en fibrolite sont presque entièrement fabriquées en fibrolite, à l'échelle du Massif armoricain, comme l'avait déjà noté P.-R. Giot (1952). Y. Pailler remarque que ces hachettes en fibrolite sont associées fréquemment aux anneaux en pierre et pourraient alors apparaître dès le Néolithique ancien. Notons que l'ensemble des sites nommés pour cette analyse sont des ramassages de surface, et que seul le site V.S.G. du Haut Mée (Ille et Vilaine) montre ces deux productions en contexte bien précis. Au Néolithique moyen, la fabrication des hachettes en fibrolite est attestée à Er-Lannic (Arzon, Morbihan) et dans la Presqu'île de Kermorvan (Le Conquet, Finistère) et en serpentinites à l'Ile aux Moutons (Fouesnant, Finistère ; J.-N. Guyodo communication personnelle). Les hachettes ébréchées, et plus ou moins émoussées, font penser à une utilisation sous forme emmanchée. Cependant, le poli parfait des facettes de certaines pièces leur attribue une fonction toute autre que commune. C.T. Le Roux avait déjà noté pour les hachettes en méta-dolérite type A, une présence presque systématique de traces d'utilisation.

Les haches plates et ciseaux carnacéens en fibrolite proviennent en grande partie des tumulus carnacéens tels Saint-Michel (Carnac) et Mané-er-Hroëck (Locmariaquer). Elles sont plus nombreuses que les haches polies en roches alpines, aux quelles elles sont associées. Leur taille peut atteindre 15 cm, mais des exemplaires de taille inférieure à 5 cm existent. S. Cassen (2000) et F. Herbaut (2001) montrent que la fibrolite majoritaire est de couleur blanchâtre, jaunâtre ou grise. La hache est fine, le poli est très soigné, et seul le talon est souvent brut, ce qui leur attribue une fonction particulière. La date radiocarbone obtenue sur charbon obtenue sur l'un des coffres de Saint-Michel (Carnac) (Pétrequin et *al*., 2003) et la présence d'un anneau en roche dans la tombe de Méné-er-Hroëck (Locmariaquer) tendent à étaler ces productions de la phase finale du Néolithique ancien au Néolithique moyen. Nous avons remarqué plus haut que des hachettes en serpentinites (nous soupçonnons une origine des affleurements de serpentinites de la région de le Baie d'Audierne) sont présentes sur l'Ile aux Moutons (Fouesnant, Finistère). Sur ce même site du Néolithique moyen II découvert par les époux Péquart, une lame polie en fibrolite beige montrant des stries de polissage pluridirectionnelles de 8,5 cm de long a été découverte. Ces deux éléments associés à la lame polie en fibrolite de la nécropole de Souc'h (Plouhinec, Finistère), montrent que le sud du Finistère et le Morbihan entretenaient des relations harmonieuses. On peut se douter que ce

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

n'était pas toujours le cas au Mésolithique, comme l'attestent l'étude des vestiges de débitage (*cf.* § 4ème partie).

Les hachettes en fibrolite dans le pays de Retz, en Normandie et dans le Bassin Parisien attestent peut-être d'une diffusion, soit à partir de la Bretagne, soit du Massif central. P.-R. Giot en 1998 avait déjà émis cette hypothèse que nous soulevons ici sans pour autant avoir la possibilité de vérifier ces informations. En effet, l'hypothèse d'une origine centrale de la France ne nous semble pas incongrue, vu le déplacement des haches alpines au Néolithique moyen et Néolithique final, d'autant plus qu'elles se situent dans l'axe d'échange sud/nord-ouest bien établi dès le Néolithique moyen I (*cf.* § *2-3-2-*). En se basant uniquement sur la couleur verdâtre, Y. Pailler (2004) voit dans les rares éléments de lame de haches en fibrolite en Loire-Arlantique (Ancennis, Oudon et Saint-Lyphard) et de la Manche (Saint-James), des indices d'une diffusion lointaine de la fibrolite finistérienne. Or C. T. Le Roux voyait dans les deux lames en fibrolite du Haut-Mée (Ille-et-Vilaine) une origine de la région de Saint-Malo.

Le manque de données pétrographiques et géochimiques sur les gisements de fibrolite de l'Ouest de la France limite fortement l'interprétation de la diffusion de ce matériau. Les zones potentiellement riches en fibrolite sont connues, et s'étendent le long des grandes zones faillées armoricaines. Nous n'avons pas insisté premièrement sur les modes d'exploitation (sciage des blocs précédant l'abrasion, abrasion directe des blocs ou non), mais nous ferrons un rappel des similitudes avec le travail de la fibrolite dans le Massif central.

Afin de mieux apprécier le modèle actuel de circulation de la fibrolite sur le Massif armoricain, nous avons décidé de regarder ce qui se passe dans le Massif central pour mieux apprécier les matériaux, les produits et les modes d'exploitations.

Si le sciage est fréquent sur les haches en fibrolite en Auvergne, alors qu'en Bretagne on note aussi l'utilisation du procédé technique de l'éclatement et du bouchardage, la raison principale est l'économie de la matière par rapport aux volumes faibles des rognons alluviaux présents dans la région (exemple du site de Chastel-su-Murat, Cantal ; Goër de A. de et *al*., 2002). Mais force est de constater qu'il s'applique aussi aux blocs volumineux (simples galets ou blocs extraits de masse) sur des sites tels Beaulieu (Clermont-Ferrand, Puy-de-Dôme ; Balsan, 1956). Ce procédé technique est peut-être fastidieux, mais apte pour préserver la matière. En plus de l'utilisation presque unique du sciage, certaines haches polies en Auvergne ne sont aménagées et polies que dans leur partie active (tranchant) (Surmely et *al*., 2001). L'une des différences notable de l'Auvergne avec la Bretagne est la nature des petites lames polies. En Bretagne, essentiellement en contexte funéraire, les petites haches sont obtenus par sur-polissage alors qu'en Auvergne ce sont les dimensions des blocs qui prédéterminent la taille des haches. Malgré l'utilisation abondante de fibrolite en Auvergne (en général plus de 50 % de l'ensemble des haches trouvées sur les sites, bien avant les éclogites et jadéitites des alpes italiennes) (Surmely et *al.*, 2001), la variation des faciès de fibrolite n'a pour l'instant, pas permis une véritable analyse des origines des productions. L'utilisation quotidienne de haches en fibrolite locale, même de très faibles dimensions face aux haches alpines, témoigne de la place qu'occupent ces matériaux au sein des ces sociétés et de la hiérarchisation qui en est faite. Si les haches en éclogites et jadéitites alpines semblent montrer une multiple utilisation sous forme de hache d'apparat ou d'usage commun, les haches en fibrolite de part leur état de finition semblent voués à un usage commun.

Sans véritablement rentrer dans le détail de l'analyse du travail et de la diffusion des roches servant à la fabrication des haches dans le massif central, on peut déduire de par la taille

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

comparative des éléments bruts et des produits finis en fibrolite du Massif central et de Bretagne, que l'ensemble des éléments rencontrés en Loire-Atlantique, Normandie ou Manche ne pourraient vraisemblablement pas avoir pour origine à l'Est du Massif central (hypothèse avancée par C. T. Leroux en 1999 et reprise par Y. Pailler en 2004). L'origine finistérienne de ces produits est peut-être possible (hypothèse d'Y. Pailler en 2004), mais il reste à vérifier l'existence de probables affleurements en Pays de la Loire ou à l'extrémité de l'Ille-et-Vilaine, méconnus à l'heure actuelle.

La diffusion de la fibrolite armoricaine pose également un problème, en raison de la présence de gisements dans d'autres régions. Malgré le fait qu'elle occupe une place privilégiée dans les sociétés du Néolithique, l'existence de multiples gisements bruts en font un matériau d'influence moins grande.

2-3-4- La particularité des lames en silex du Grand-Pressigny

Les lames en silex du Grand-Pressigny, de part leur utilisation, ne nécessitent pas d'être tenaces. Si les haches polies en méta-dolérite de type A sont particulièrement efficaces pour l'utilisation qui en est faite, ce matériau est moins adapté pour la fabrication des outils de coupe posée. La coupe posée nécessitant un tranchant fort et une épaisseur de tranchant réduite, le silex est le matériau adéquat des activités de récolte (Beugnier et Plisson, 2000). Les études de tracéologie ont permis de relever plusieurs fonctions pour les lames pressigniennes : coupe des céréales, découpe de matière tendre organique et de peaux sèches (Plisson et *al.,* 2002), travail du cuir (Vaughan et Bocquet, 1987).
La taille des lames pressigniennes (25 cm à 40 cm) augmente vers 2800 ans avant J .-C. (A.-M. Pétrequin et P. Pétrequin, 1988), lorsqu'elles arrivent en Suisse occidentale (Mallet, 1992). On retrouve les lames en silex pressignien en Bretagne (Ihuel, 2004), dans le Jura et en faible quantité en Belgique et aux Pays-Bas (Delcourt-Vlaemick, 1999). Ces dimensions associées à la facilité de la retouche en font des productions pratiques à la réhabilitation et réutilisation.

Dans l'Ouest de la France, le nombre de pièces récoltées est irrégulièrement réparti suivant le contexte de découvertes (fouilles anciennes, fouilles récentes, collections de prospecteurs, découvertes fortuites). Sur un total de 308 pièces étudiées par Ihuel (2004), 119 pièces provenaient de dépôts funéraires (6 sites). Les pièces provenant d'habitats au sens strict, ne s'élèvent qu'à 23 pièces.

L'étude des dimensions des produits rencontrés sur le Massif armoricain montre une distribution différente des longueurs des lames en contexte funéraire ou domestique. Les lames funéraires ont une longueur moyenne de 13,54 cm contre 4,62 cm pour les lames domestiques (Ihuel, 2004).
Sans rentrer dans le détail de la typologie des objets en silex du Grand–Pressigny, on remarque que les poignards constituent relativement 68 % (210 pièces sur 308 recensées) des produits et devancent largement les lames brutes 14 %. On remarque également que les lames de nucléus à crêtes antéro-latérales et livres de beurre sont presque entièrement vouées au façonnage de poignards (98 % à 100 %), les premières pour les poignards courts et les seconds pour les poignards longs.

Les lames brutes sont extraites de nucléus coniques (95 %). Ces lames produites sur nucléus coniques n'ont jamais été découvertes dans le matériel hors du grand-Pressigny. Dans le Bassin Parisien, hors mis les lames issues des « livres de beurre » pour la fabrication des poignards, on rencontre essentiellement des lames de nucléus plats destinées à la fabrication

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

de scies et encoches (Mallet et *al.,* 2004). E. Ihuel attribue ces lames de nucléus coniques au stade le plus ancien de la diffusion (autour de 4000 ans avant J.-C .). En effet, ces lames de nucléus coniques sont présentes au sein de tombes anciennes datées du Castellic (Le Moustoir, Carnac, Morbihan ; Barnenez, Plouézoc'h, Finistère). A Barnenez, la sépulture A du cairn a offert une datation de 4608-3962 ans avant J.-C[6]. Le matériel céramique (coupe à socle à fond rond et décors en bouton) permet de situer le mobilier vers le début du IV^{e} millénaire. Les lames pressigniennes sur le Massif armoricain sont obtenues par percussion indirecte, sur nucléus coniques ou semi-coniques, et sont transportés sous leur forme brute (Ihuel, 2004). Ce type de transport n'existe pas dans le Bassin parisien (Mallet et *al*., 2004). L'hypothèse d'une absence de lames brutes dans le Bassin parisien, comme dans d'autres régions, est émise par Mallet et ses collaborateurs pour confirmer l'hypothèse d'un transport sous forme de lame régularisée. Mais cette hypothèse peut être juste, si l'on tient compte des dates obtenues sur les tombes anciennes armoricaines (Castellic ancien à récent). Ces lames correspondraient alors peut-être aux premiers éléments de diffusion des lames pressigniennes. La technique de percussion indirecte sur nucléus coniques ou semi-coniques dénote des liens avec le Chasséen (Briois, 1997). Nous avons noté pour le Néolithique moyen II, un transfert de matériaux méridionaux, attesté par les silex noir Crétacé de Charente qui ne s'accompagne pas de transferts techniques du Chasséen comme le débitage de petites lames par pression. Cette remarque est aussi valable pour les grandes lames sur le Massif armoricain.

L'ensemble des monuments funéraires présentant des exemples de grandes lames retouchées ou non issues de nucléus coniques, datent en l'état actuel de nos connaissances du Néolithique moyen II. Ce type de ne se rencontre jamais dans les monuments postérieurs aux dolmens simples à couloirs. Est-ce une coïncidence ou fait culturel réel qui s'étiolerait avec la construction des premiers monuments complexes et des allées couvertes ? Nous devons noter que les multiples réutilisations des monuments (exception faite de la sépulture du Moustoir à Carnac qui peut être interprétée comme close). L'absence de lames brutes en contexte d'habitat en Armorique est un facteur limitant des interprétations effectuées ci-dessus et qui permettrait de faire des comparaisons avec les autres régions d'importations de lames pressigniennes.

La seconde phase de diffusion des lames en silex du Grand-Pressigny est attestée par les poignards rencontrés sur le sites d'habitat de La Chevêtelière (Saint-Mathurin, Vendée) et du Groh-Collé (Saint-Pierre-Quiberon, Morbihan). Ces poignards ou fragments sont issus de nucléus à crêtes antéro-latérales. A la Chevêtelière, le fossé 1 daté de 4425 ± 50 B.P. (Lyon 1206 Oxa) et 4250 ± 50 B.P. (Lyon 1204 Oxa) soit respectivement 3333 – 2917 ans avant J.-C. et 3010 – 2640 ans avant J.-C. renferme un fragment mésial de poignard. Ces dates sont plus récentes que la date obtenue dans le fossé 2 (Lyon 1061 Oxa, 4610 ± 55 B.P.), de 3624 – 3105 ans avant J.-C. Le second poignard rencontré sur le site, se situe dans la couche supérieure non datée de cette structure. Le fragment de poignard du fossé 1 est associé à de la céramique de style Taizé (Péridy, 2000). Le poignard entier doit être rapproché à cette période, en raison de son extraction d'une proto-livre de beurre par percussion indirecte. L'antériorité de ce type nucléus par rapport à la livre de beurre est attestée (Mallet et *al*., 1994, Pélegrin 1997). Cette seconde phase correspond alors au Néolithique récent. La datation par dendrochronologie obtenue sur le site de la Motte-aux Magnins (Clairvaux-les-Lacs, Jura) (Pétérequin et Pétrequin, à paraître) donne une date de 2980 ans avant J.-C. pour les niveaux anciens renfermant une lame de nucléus à crêtes antéro-latérales.

[6] Gif 1310 : 5450 ± 150 B.P.. Calibration Calib 5.0.1, Stuiver, M., and Reimer, P.J., 1993, Radiocarbon, 35, 215-230.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010
Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

La troisième phase de diffusion de lames pressigniennes permet d'observer la coexistence de lames de nucléus plats et de lames issues de nucléus en « livre de beurre ». Elle correspond à la phase majeure d'importation de lames pressigniennes. Les allées couvertes et les sépultures en "V" renferment de fréquemment en association des nucléus plats et nucléus en « livre de beurre ». Ces observations concordent avec celles des villages littoraux des Alpes, du Jura et de Suisse occidentale. Les datations dendrochronologiques (Mallet, 1992) ont fourni pour ces sites, des dates allant de 2850 à 2400 ans avant J.-C, l'épisode majeur se situant entre 2480 et 2400 ans avant J.-C. Dans le Bassin parisien, des lames débitées sur « livre de beurre » et sur nucléus plat ont été retrouvées dans les niveaux datés du Néolithique final de l'habitat de Guillerval dans l'Essone (Lahousse, 1984), du niveau II du camp de Fort-Harrouard en Eure-et-Loir (Roussot-Larroque, 1984 ; Villes, 1987), ou des sites récents (Chacolithique) de Bettencourt-Saint-Ouen et des Grands Laviers dans la Somme (Billard et *al*., 1990 ; Martin et *al*., 1996), etc… C'est également dans cette fourchette (2850 à 2400 ans avant J.-C.), que se situent les importations de poignards pressigniens aux Pays-Bas (Delcourt-Vlaeminck, 1999).

A côté de ces grandes productions sur lames, des produits sur éclats (burins, grattoirs, racloirs perçoirs) portent des retouches peu soignées. Seules les armatures témoignent d'un investissement technique poussé. Ces éclats sont transportés sous leur forme brute, avant d'être retouchés sur place.

Le littoral sud armoricain concentre l'essentiel de la production en silex du Grand-Pressigny présent dans l'Ouest de la France. Cette concentration est semblable à celle des haches alpines et de la fibrolite armoricaine. E. Ihuel (2004) constate dans l'Ouest,que les découvertes sont extrêmement faibles, jusqu'à 100 km des ateliers du Grand-Pressigny. Dans le Bassin Parisien, N. Mallet et ses collaborateurs (Mallet et *al*., 2004) observent de fortes concentrations d'outils en silex pressignien dans les départements voisins de l'Indre-et-Loire, où les néolithiques s'approvisionnaient directement. Dans les sites situés de 40 à 50 km, on retrouve quelques blocs de silex pressignien et « livres de beurre » que les importateurs n'ont pas su utiliser. Les faibles proportions à l'ouest (Vienne et Deux Sèvres) est sans doute une conséquence des lacunes d'échantillonnage et non pas de la superficie réduite de la zone comme suggérée par E. Ihuel (2004). Les pics de distribution observés entre 200-225 km et 275-300 km correspondent respectivement à l'embouchure de la Loire et au littoral morbihannais (zone de la Presqu'île de Quiberon et Carnac). Cette répartition n'est pas anodine. Elle se superpose parfaitement avec les cartes de distribution des haches alpines, méta-doliérite type A de Plussulien et fibrolite armoricaine. En observant la distribution des outils en silex pressignien dans le Bassin parisien, on constate une disposition similaire avec celle des haches alpines et méta-dolérite de type A. L'hypothèse émise par P. Pétrequin et *al*. (2002) selon laquelle on serait en présence de zones de compétition sociale accrue (cas des roches alpines), prend ici un écho fort. La forte usure de certains poignards tend à relativiser cette compétition, au sein de populations où les pièces sont nombreuses et de petite taille.

Dans les sépultures, les poignards sont majoritairement de grandes dimensions, peu usés et ne sont presque pas réaffûtés. Cet état leur donne un statut de privilège. Cependant, l'usage quotidien de ces poignards réduit la taille, en raison de la fonction commune qui leur est assignée. Les grandes lames et poignards sont très souvent cassés en contexte funéraire (86 %). La fracturation en languette courte est la plus représentée. La cassure post-déposition peut être écartée étant donné l'uniformité relative des fractures, quelque soit le contexte de découverte ou de récolte du matériel. La fracturation ne peut se produire qu'avant ou au moment de la production. Dans le premier cas, quel pourrait être l'intérêt de casser les lames

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

bien avant leur dépôt dans une tombe, soit quelques instant après sa fabrication ou son achat ? L'idée d'une fracturation au moment du dépôt en tombe nous semble la plus probable vu l'intérêt qui est porté à ces produits. Ceci tend à confirmer l'hypothèse d'une acquisition de certains poignards en prévision d'un usage sépulcral. Ce type de cassure ne remet pas en question les usages supposés ou vérifiés des poignards, mais suppose d'autres utilisations en percussion lancée inconnues dans l'état actuel des recherches.

2-3-5- Résumé sur les productions spécialisées dans l'Ouest de la France

Dans l'Ouest de la France, les productions spécialisées en roches tenaces et en silex pressignien sont vouées à des utilisations diverses. Leur devenir est lié à leur nature (couleur, ténacité, rareté des gisements), mais également à des paramètres socio-politiques (relations entre populations, niveau socio-économique). Ces productions s'étendent en général du Néolithique moyen I au Chalcolithique, atteignant leur apogée au cours du Néolithique final. Les fonctions des différents produits sont répertoriées dans le tableau ci-dessus (Tabl. 95). Il montre l'importance relative en fonction de la position géographique des produits, et du contexte des découvertes.

Tabl. 95 Synthèse des usages et statuts des différentes roches tenaces armoricaines et autres roches tenaces contemporaines au courant du Néolithique.

	Utilisation commune	Apparat et Funéraire	Taille des produits
Haches en fibrolite armoricaine	-	+	"Grande"
Haches en fibrolite (au sein du Massif central)	+	-	Petite
Haches en jadéitite alpine	-	+	Grande
Haches en éclogites alpines	-	+	Grande
Poignards en silex pressignien	+	+	Grande "Funéraire" Petite "Commun"
Haches en méta-dolérite type A de Plussulien	+	-	Petite "Début Néolithique moyen" Grande "Néolithique moyen II"

\+ = fort usage - = absence ou faible usage

La place occupée par un matériau au sein d'un groupe humain est fortement contrainte par sa quantité et la difficulté au façonnage, mais également à la nature des matériaux qui affleurent au sein du même territoire. Cette logique, observée au sein des cultures du Mésolithique récent et final dans l'Ouest de la France, semble s'appliquer aux industries du Néolithique. Les distances d'échange des matériaux "nobles" sont l'unique paramètre qui varie.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

2-4- Synthèse sur la nature et la circulation des roches du Mésolithique récent au Néolithique final

Les analyses de circulation des produits sont le plus souvent, comme dans le cas des industries du débitage, fondées sur la proportion de matériel observé à divers endroits. Ceci représente alors une forte limite aux analyses. La densité des vestiges est donc contrainte non seulement par la quantité des productions passées, mais aussi par la connaissance des matériaux et à l'attachement que leur porte les préhistoriques, les scientifiques et les populations passionnées d'archéologie. Au Mésolithique dans l'Ouest de la France, les matériaux utilisés au sein des industries lithiques s'étendent depuis les roches sédimentaires aux roches métamorphiques. Le macro-outillage étant mal connu, l'utilisation de roches volcaniques, plutoniques ou volcano-sédimentaires comme il en certain au cours du Paléolithique moyen de la région, n'est pas inconcevable.
L'approvisionnement au Paléolithique privilégie les dépôts littoraux et bassins sédimentaires éocènes. L'importance dans l'exploitation de matériaux autres que le silex est lié plus au volume des outils et à la ténacité Les territoires dessinent des aires très restreintes.

La fin du Mésolithique est marquée par un fait point important de la néolithisation : l'apparition au sein des industries du Téviécien de plusieurs traits technologiques empruntés au Retzien (procédé du microburin, armatures grandes) et au Centre-Ouest (lames Montbani), et peut-être néolithiques (céramique ?) (observations faites sur le site du Ty Nancien : Plovan, Finistère). La présence de ces marqueurs chrono-culturels (lames Montbani et microburins) au sein de l'industrie des stations de Falaise et de Saint-Pierre-du-Bû (Calvados) (Dietsch, 1995), attribués à la phase finale du Mésolithique révèle sans doute le début de l'éclatement des réseaux qui aura lieu au Villeneuve-Saint-Germain.
Le développement d'un débitage lamellaire important sur silex d'importation septentrionale et sur silex côtiers en centre Bretagne (trait technique déjà important au cours du Retzien), l'importation du silex du Cinglais en centre Bretagne au V.S.G., l'importation massive de haches alpines dans tout l'Europe de l'Ouest dès le Néolithique moyen I (en Bretagne les grands tumulus carnacéens représentent l'expression exagérée de ce phénomène vers le nord-ouest de la France comme s'il s'agissait de populations d'un niveau social différent) expriment cette explosion des territoires d'échanges culturels et économiques.

Les fabrications locales fortes de haches en fibrolite, vouées dans le Massif central à une utilisation quotidienne, et dans le Massif armoricain soit au prestige funéraire, soit à une utilisation commune, sont autant d'exemples économiques marquants, qui laissent entrevoir un probable blocage socio-politique, qui ne semble pas contradictoire avec un blocage du courant de néolithisation centre atlantique, au sud de la Vendée. Les échanges sembles dessiner à tout moment des relations fortement dirigées vers les régions intensément riches en terrains sédimentaires riches en silex. Nous revenons alors à l'observation faite par P. Pétrequin et *al*. (2002) par rapport à la diffusion des haches en éclogites et jadéitites alpines ; remarque selon laquelle les absences régionales de présence de haches polies alpines marqueraient simplement des ruptures entre zones intensément riches et qui seraient en compétition.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

3- Les modèles comparés du débitage des matériaux selon les territoires des grands systèmes culturels

L'organisation des études d'assemblages lithiques, effectuées dans la cinquième partie de ce volume, respecte l'idée d'une analyse comparée des modalités du débitage. Cet examen n'a lieu que pour des sites attestés du Mésolithique final et Néolithique ancien. La corrélation de ces modèles avec les faciès de roche ont été faites en partie au cours de l'analyse des industries. Il sera donc question ici, de la mise en relation des observations faites en fonction des faciès, des propriétés mécaniques des roches et de la production escomptée.

3-1- Le Mésolithique final

La méthode de percussion la plus avérée dans l'ensemble des productions dans l'ouest de la France reste la percussion dure. Les stigmates de percussion à la pierre tendre, ou de percussion indirecte restent peu appréciables sur les roches de substitution. L'essai de comparaison des modalités de débitage observées suppose aussi une homogénéité des assemblages et une dispersion faible des comportements au sein d'un même ensemble, ce qui n'est pas toujours le cas.

3-1-1- Le Téviécien

Le travail des matériaux est assez contrasté au sein du Téviécien, en raison de la nature géologique des matériaux. Les éclats dominent au sein des produits. Les lames et lamelles sont en général de dimension plus réduites que celles du Mésolithique du Bassin Parisien ou du Retzien. Au sein même du Téviécien, il existe une différence entre la partie nord et la partie sud (Marchand, 2003). Comme ce chercheur (ibid.), nous avons intégré les industries analysées dans ce document au sein de ces grands styles régionaux, lorsque la quantité d'armatures autorisait une étude poussée. Il s'avère que, quelque soit la matière première, les styles respectent assez bien les faciès technologiques des provinces dans lesquelles ils sont implantés. La valeur de longueur sur largeur (L/l) des armatures symétriques calculées par divers auteurs (Marchand, 2003 ; Josselin et *al*., 2003) et dans ce document donnent une valeur égale à 1,3. Cette valeur est plus élevée au sein de l'industrie du Ty Nancien, que nous situerons au Mésolithique final tardif. Notons de même, qu'au sein de ces ensembles, la dimension et la quantité des produits lamellaires y sont plus élevées que dans l'ensemble du Téviécien. Les produits hypothétiques estimés à partir de l'analyse des propriétés mécaniques, mesurées sur l'ensemble des roches du Massif armoricain dont l'utilisation est attestée au cours du Mésolithique final, suggère une production d'éclats plus abondantes au sein des roches métamorphiques (ultramylonites et cataclasites) et des roches sédimentaires métamorphisées (phtanites de Callac et de Vendée) (Marchand et Tsobgou, 2007). Malgré les qualités médiocres de ces matériaux, l'investissement dans le débitage est moindre, ce qui ne facilite pas la production de lames et lamelles. Une production lamino-lamellaire forte n'est sans doute pas l'objectif principal des industries mésolithiques bretonnes. La qualité de la matière première ne justifie pas toujours l'absence de certains produits. Ce fait est attesté sur le site de La presqu'île où l'on retrouve de rares lames en cataclasite de Mikaël. Ce matériau n'est pas le plus facile à travailler (*cf.* § 5ème partie).

Les dimensions réduites des galets de silex côtiers ne sont pas une réelle limite à une production de lames. L'investissement dans les étapes décorticage (éclats corticaux, éclats semi-corticaux) est grande, ce qui réduit considérablement la quantité de matière nécessaire à

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

une production moyenne de lames. La gestion économe de la matière première est quasi absente sur tous les sites majeurs.

La gestion de la qualité de la matière première est très variable selon les populations, leur lieu de résidence ou d'acquisition. Les études de divers auteurs tendent à montrer que le tri de la matière première se fait au moment de la récolte, ou de l'extraction (en cohérence avec ls propriétés mécaniques). Pour les phtanites de Callac, les préhistoriques du site de Kerhuellan (Plusquellec, Côtes d'Armor) ont prélevé le faciès dit de « bonne qualité ». A Creac'h Miné Vihan (Saint-Thurien, Finistère), ce tri n'est pas systématique. On retrouve en effet, tous les faciès au sein des nucléus en ultramylonites et cataclasites de Tréméven. Le travail des microquartzites FL n'a pas fait l'objet d'un tri en amont du débitage, mais d'une sélection des plaquettes ou blocs en fonction des types de produits désirés. Nous avons expliqué que le tri constaté dans le cas des phtanites, serait le résultat des limites de notre connaissance de cette matière.

L'application de méthodes unipolaires ou bipolaires et la production d'armatures, sur supports laminaires, sont très anecdotiques avec un investissement (pour les phases d 'aménagement) grand, lorsque les blocs bruts sont de petite taille. Leurs proportions vont dépendre, plus de la microstructure de la matière, que des produits. Lorsque la microstructure est constante ou homogène, les modalités unipolaires et bipolaires s'imposent, quelque soit l'objectif de la production. Le discoïde et la multipolarité se déclinent essentiellement au sein des productions à éclats, et ce sur des faciès grossiers ou peu isotropes. C'est le cas sur l'ensemble des sites à phtanites de Callac et cataclasite de Mikaël (Yven, 2004), sur les sites à ultramylonites rt cataclasites de Tréméven (Tsobgou, 2006) et sur les sites à microquartzites FL (Josselin et *al*., 2003).

Deux grands types de chaînes opératoires sont fréquemment rencontrés au sein des industries lithiques du Téviécien : une chaîne opératoire à éclats et une chaîne opératoire intégrée. Dans cette dernière, se superposent les produits larges et les produits allongés. La séparation des deux chaînes est vérifiée au sein de la plupart des assemblages lithiques du Mésolithique final que ce soit sur roches sédimentaires ou métamorphiques. Elles s'adaptent aux conditions de gisement, structurales et morphologiques des roches.

Des matériaux dont les réponses mécaniques sont très éloignées, contribuent de manière différentielle à l'établissement de ces lois (Marchand et Tsobgou, 2007 ; Yven, 2004 ; Marchand, 1999). C'est la cas pour les chaînes à éclats propres issus du débitage bipolaire sur enclume des silex à Beg-er-vil (Quiberon, Finistère), Pors Bali (Moëlan-sur-Mer, Finistère), Kerliézoc (Plouvien, Finistère), Cobalan (Forest-Landerneau, Finistère) (Marchand, 1994, 1999; Josselin et *al*., 2003 ; Guyodo et Marchand, 2005 ; ce travail), des phtanites à Kerhuellan (Plusquellec, Côtes d'Armor).

Au total, trois grandes chaînes opératoires s'observent. La percussion dure est le procédé technique le plus fréquemment rencontré au sein de la chaîne intégrée, quelque soit le matériau travaillé. Il existe cependant des indices de percussion à la pierre tendre sur certains sites, tels Kerhuellan (Yven, 2004), Ty Nancien (ce Volume), Creac'h Miné Vihan (ce volume) et Cobalan. Sur les sites à forte exploitation de roches alternatives, la percussion à la pierre tendre ne concerne que le silex côtier importé. On peut imputer ce constat à l'extrême variabilité de la structure de ces matériaux et à la difficulté à détacher des produits lamellaires (forte variation de leur ténacité) (*cf.* § 5ème partie). Les variations structurales sont sans doute l'hypothèse la plus probable pour expliquer l'absence de la percussion à la pierre tendre sur les microquarzites FL sur les sites de la Forest-Landerneau malgré sa ténacité moins élevée

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

que celle du silex. La production lamellaire bénéficie d'une abrasion soignée des corniches sans facettage (sites finistériens) ou avec facettage (sites morbihannais). Ces procédés techniques simples décrivent alors des pratiques culturelles précises.

3-1-2- Le Retzien

Les caractéristiques du débitage Retzien s'expriment assez bien au sein de l'ensemble des industries en Pays de la Loire. Que ce soit sur les sites côtiers actuels (Gilardière, Girardière IIB et Porteau Ouest à Pornic ; Biochon-Est à Préfailles) que sur les sites internes du bocage vendéen (Guitonnière, Beaufou) pour les occupations les moins contaminées, G. Marchand (1999, 2000b) définit trois grandes chaînes opératoires auxquelles s'ajoute un façonnage de choppers bifaciaux ou de racloirs sur galets épais non reconnus au sein du Téviécien.

La chaîne opératoire propre à éclat s'effectue au percuteur dur sur des galets de qualité moyenne, avec rarement l'utilisation de la méthode bifaciale centripète. Cette chaîne aboutit à la production d'éclats corticaux utilisés bruts.
La chaîne opératoire à denticulés est déterminée par l'utilisation de la percussion bipolaire sur enclume pour la fragmentation de galets de taille très réduite.

En fin, une chaîne intégrée à éclats et produits lamino-lamellaire domine les productions. Les éclats sont obtenus pendant les phases d'aménagement et sont destinés essentiellement à la fabrication de grattoirs, racloirs et denticulés. Cette phase de mise en forme est généralement sommaire. Le débitage laminaire qui succède aux éclats se fait selon une modalité unipolaire en général semi-tournante et ce à la percussion tendre et souvent indirecte. En effet, malgré les incertitudes de lectures sur des matériaux autres le silex (cas des quartzarénites de Montbert), le débitage laminaire semble avoir exploité les mêmes procédés techniques sur l'ensemble des matériaux (observation modérée pour les phtanites) comme il est attesté à la Guitonnière (Beaufou, Vendée) (Gouraud et *al*., 1990 ; Marchand, 1999). On peut voir dans ce constat un lien très fort avec l'industrie des Emerillères (Beaufou) qui malgré la présence d'éléments exogènes au Mésolithique final, est marqué par un fort taux d'exploitation de quartzarénites de Montbert et où les nucléus sont fortement unipolaires tournant ou semi-tournant. Les lamelles à 3 pans sont l'objectif de cette chaîne intégrée. Elles ont des bords et des nervures parallèles. Le micro-facettage des plans de frappes (caractère culturel fort) et un débitage orienté des bords vers le centre des tables.

Du Téviécien au Retzien, le rapport de L/l des armatures symétriques augmente du Nord vers le Sud de même que de l'Ouest vers l'Est. Au sein du Retzien, il semble y avoir une augmentation du rapport L/l des armatures des phases anciennes aux phases finales comme nous l'avons montré lors de la relecture de l'industrie de la Gilardière. Si on fait correspondre ces observations avec les aires de répartition des matières premières, on constate en effet que ce rapport L/l croît dans les régions où affleurent les matériaux à dureté et ténacité élevées (*cf.* § 5ème partie).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

3-2- Le Néolithique

3-2-1- Le Villeneuve Saint-Germain

Le débitage du V.S.G. est marqué par la présence d'une production laminaire faible, mais suffisamment significative pour se démarquer des productions lamino-lamellaires mésolithiques. Si cette assertion se vérifie de manière stricte pour les sites V.S.G. du Bassin parisien et de la marge septentrionale du Massif armoricain (Normandie), elle est atténuée par les exportations à très grande distance de lames en silex secondaires en centre Bretagne.

Le débitage d'éclats produit, comme au Mésolithique une masse de produits importante. Au Mésolithique final en Bretagne, les lames restent le produit phare, les productions de lamelles et d'éclats dominent, contraints par la nature et les dimensions des blocs et galets débités. Au V.S.G., cette production d'éclat reste importante (exception faite des observations faites dur le site du Haut-Mée, Cassen et *al*., 1998), même au sein des industries de Normandie tels Saint-Manvieu-Norrey (Le Hara, Calvados) (Chancerel et *al*., 1995), Léry (Eure) (Bostyn, 1994 ; 2003), du village de Poses (Eure) (Bostyn, 2003), et Incarville (Eure) (Bostyn, 2003). Ce débitage d'éclat montre des traits de similitudes avec les productions des sites bretons. En effet, elle concerne essentiellement les matières premières locales (silex secondaires et galets de terrasses pour le V.S.G. normand ; silex côtier pour le V.S.G. breton). Toutes ces productions d'éclats sont contrôlées par la médiocrité relative des silex locaux. En effet, dans certaines industries normandes, les rognons de silex sénoniens de très bonne qualité ont été sélectionnés pour le débitage laminaire (exemple du village des Poses, Bostyn, 2003).

Le débitage d'éclats s'effectue principalement selon une modalité multidirectionnelle (dénommée multipolaire au sein de nos études) et représente près de 58 % des nucléus à Poses (Bostyn, 2003). En seconde position, les nucléus à débitage unipolaire tournant (18% à Poses) sont rapidement abandonnés en raison de la qualité médiocre du silex. Ce débitage d'éclats s'effectue en général par percussion dure, tel au sein des ensembles lithiques bretons (Marchand et *al*., 2006 ; ce volume).

Le débitage laminaire bénéficie d'une sélection des blocs locaux et de l'importation de produits laminaires finis en silex tertiaire. Le débitage laminaire en silex secondaires montre un débitage au punch, avec une préparation systématique du plan de frappe par des petits enlèvements centripètes. Si la préparation du plan de frappe est soignée dans certains cas (Poses), elle ne l'est pas sur d'autres sites (Incarville et Léry). La production laminaire sur silex secondaires de ces sites est globalement irrégulière.

Le débitage lamellaire s'exprime exclusivement au sein des ensembles V.S.G. morbihannais. Seuls les silex côtiers et les silex crétacés normands (transportés sous forme de blocs préformés) attestent de cette utilisation. Nous avons préalablement imputé en partie ce caractère lamellaire à une pérennité de traits mésolithiques. Si l'on observe à présent les différentes classifications effectuées par des tests statistiques de la réponse mécanique de l'ensemble des matériaux analysés (*cf.* § 5ème partie), on constate que les silex côtiers bretons ont des propriétés très éloignées de celles des silex septentrionaux des plaines normandes. Ainsi, deux hypothèses pourraient tenter d'expliquer l'existence d'une utilisation similaire des deux matériaux :

- une forte empreinte mésolithique au sein du débitage

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

- la taille des préformes de silex normands importées ont des dimensions quasi identiques aux nucléus de silex côtiers.

La deuxième hypothèse me semble peu plausible. Quel est l'intérêt de transporter à plus de 200 kilomètres des matériaux ayant les mêmes propriétés clastiques que les roches locales ou sub-locales et ce sous des formes très réduites ? L'invalidation de cette hypothèse conduit presque directement à accepter la première. En effet, si l'hypothèse des préformes de taille faible est attestée, ceci conduit à accepter qu'il s'agit, d'une absorption du système de débitage V.S.G. dans un Mésolithique final. La réciproque étant aussi valable. Le choix de réaliser un débitage lamellaire sur silex d'importation est antinomique à une importation de lames finies toujours en silex d'importation, quel que soit leur nature stratigraphique (sous réserve de propriétés clastiques et de morphologies différentes).

3-2-2- Le Néolithique moyen

Comme au cours du Villeneuve-Saint-Germain, les quelques occurrences du Néolithique moyen I (ensemble Cerny - Castellic ancien) montrent un débitage marqué par une forte production d'éclats. La percussion directe dure est de règle, à partir de plans de frappe presque entièrement non préparés.

Le débitage laminaire n'est pas de reste et les taux sont faibles, obtenus par percussion directe dure, et parfois par percussion tendre organique tel à la Mainguinière (Saint-Michel-Chef-Chef, Loire-atlantique ; Guyodo et *al*., 2000). Contrairement au site de la Mainguinière, le niveau sub-dolménique de la Bajoulière (Saint-Rémy-la Varenne, Maine-et-Loire ; Marchand 1999) montre une séquence laminaire importante à abrasion fréquente du bord de frappe. Il reste que l'investissement technique ne se distingue pas véritablement de celui de la production d'éclat (sans véritable prédéterminisme). G. Marchand avait interprété tous ces traits comme marqueurs d'une transition entre un VSG et un Cerny, ce que tendent à confirmer un abandon des rares aménagements de plan de frappe et à la Mainguinière. L'absence d'indice de percussion indirecte à la Mainguinière révèle un lien fort avec l'étape récente du Cerny soulignée par Augereau (1993) dans le Bassin parisien. Les séquences laminaires même faible sont dominées par des lames en quartzarénites de Montbert (12 individus), suivi des silex du Moutiers (99 individus) sur un total de 38 pièces. On note aussi deux éclats en opale résinite qui témoigne de la continuité des échanges du VSG.

Parmi les dix nucléus récoltés à la Mainguinière, 4 sont en quartzarénite de Montbert et trois en silex des Moutiers. Le débitage est multipolaire dans la plupart des cas, accompagné de rares cas de débitage bipolaire (1 nucléus) et unipolaire (un nucléus). Ceci marque assez bien l'absence de déterminisme et la forte production d'éclats du site. Les codes 1-2 et 2-1 dominent, dans des proportions presque égales la production de lames et d'éclats laminaires.

Le Castellic ancien dans l'Ouest de la France est représenté uniquement en contexte funéraire, sur le littoral actuel morbihannais, sous la forme d'éclats. Il est dont impossible d'effectuer une analyse du débitage. Après relecture des analyses faites par J.-N. Guyodo (2001), nous n'avons relevé aucun indice d'exploitation de silex turonien au Castellic ancien. Des indices de percussion bipolaire sur enclume apparaissent à Lannec-er-Gadouer ou à la Maiguinière (Guyodo, 2001 ; Guyodo et Marchand, 2005).

Les ensembles funéraires du Castellic récent morbihannais sont des témoins de la circulation des roches au Néolithique moyen II en Bretagne. La diversité des matériaux qui y sont

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

recensés révèle un débitage d'éclats très important,et en phase avec le débitage du Néolithique moyen I. La grande différence avec la phase ancienne réside dans l'importation de silex blond turonien du Grand-Pressigny. Le débitage laminaire sur opale résinite de la région saumurienne ou angevinne est contemporain de l'importation de supports débités (lames, éclats) en silex turonien du Grand-Pressigny dans certains ensembles ou funéraires (Er Lannic à Arzon, Kerhan à Saint-Philbert, Table des Marchands à Locmariaquer). Cette importation de supports débités annonce la phase d'importation massive de grandes lames de faucille en silex turonien. Rappellons tout d'abord que, le seul indice de silex turonien en Bretagne (état actuel des connaissances) est un fragment de poignard du Néolithique final au sein du V.S.G. au Dillien (Cléguérec, Morbihan). Le taux de laminaire reste faible, comme au Néolithique moyen I. La percussion directe dure est la plus appliquée. Cependant, contrairement au Castellic ancien, sa présence est plus notable. On verra plus bas que sa part sera croissante au Néolithique récent (sous réserve du nombre de pièces analysées par Guyodo et Marchand, 2005).

Les habitats du Néolithique moyen II sont caractérisés par une forte composante laminaire obtenue par percussion directe dure préférentiellement (rarement par percussion tendre organique). Ce constat est autant valable pour le site de Lillemer au nord, que pour le site du littoral vendéen de Bouries (Pointe du Veillon, Talmont-Saint-Hilaire), ou charentais (les Gouillauds, Le Bois-Plage-en-Ré) et sur le site intérieur des Châtelliers du Vieil Auzay (Auzay, Vendée ; Fouéré, 1994). L'exception de l'Ile-aux-Moutons, avec son fort taux de percussion bipolaire sur enclume montre que cette pratique n'a pas de lien avec le trait de côte, ni avec les gîtes de silex. Nous rejoignons ici J.-N. Guyodo et G. Marchand (2005) puisqu'elle s'exprime sur des sites de l'intérieur comme la Hersonnais (Pléchâtel, Ile-et-Vilaine). Les modalités unipolaire laminaire et multipolaire laminaire dominent l'ensemble des nucléus quelque soit le matériau (Lillemer, Ille-et-Vilaine). Le faible investissement dans l'aménagement des blocs engendre une production de lames non stéréotypée. La fragmentation importante des supports laminaires se fait par le procédé de flexion, par compression axiale ou par percussion (pour aménagement de troncatures).
Le débitage d'éclats se fait par percussion dure, généralement à partir d'un plan de frappe unique, avec de rares indices d'abrasion des corniches.
Le transfert de matériaux méridionaux, attesté par les silex noir du Crétacé de Charente, ne s'accompagne pas de transferts techniques du Chasséen comme la chauffe intensionnelle du silex et le débitage de lames par pression.

3-2-3- Le Néolithique récent

Les habitats du Néolithique récent sont caractérisés par un débitage à la percussion dure ou sur enclume. Les débitage d'éclats s'effectue à partir d'un plan de frappe unique en début de la phase de plein débitage et adopte un caractère multipolaire en fin d'exploitation. Sur le site de Groh-Collé (Saint-Pierre-Quiberon, Morbihan), le débitage sur enclume représente 83% des nucléus (unipolaire, bipolaire ou othogonal), plus de 88 % à Er Yoh (Houat, Morbihan) et pratiquement 100 % à Guernic (Saint-Pierre-Quiberon, Morbihan). En effet, La production laminaire s'intègre dans le débitage d'éclats (sans module préférentiel) et s'effectue aussi à la percussion dure au cours de courtes séquences voire occasionnelles sans préparation, ni entretien des convexités, plans de frappe ou corniches.

La classe d'outils la plus représentée est celle des grattoirs, suivi des perçoirs et pièces esquillées. Les pièces esquillées attestent de la pratique de percussion bipolaire sur enclume qui s'exprime mieux qu'au cours de la phase moyenne du Néolithique, principalement sur les

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

sites littoraux actuels du Morbihan (Er Yoh, Guernic et Groh Collé). Cette modalité technique n'est cependant pas exclusivement liée à la production de pièces esquillées comme l'ont montré J.-N. Guyodo et G. Marchand (2005). Elle s'exprime plus ou moins bien à Lillemer (Ille-et-Vilaine) et Guernic, où les pièces esquillées sont absentes, et est absente à Bellevue (Saint-André-Goule-d'Oie, Vendée),où l'on observe de nombreuses pièces esquillées.
Les éclats d'entame extraits dans l'axe d'allongement maximal des galets sont moins épais que les éclats transversaux. Les premiers rentrent essentiellement dans la confection des perçoirs, et les seconds dans le fabrication des grattoirs. Ce constat est valable pour les sites de Groh-Collé, Er Yoh (Guyodo, 2000). Il ne s 'agit sans doute pas d'une réalité chronologiquement vérifiable, puisque la fabrication de grattoirs peut se faire sur tout support épais. C'est par exemple le cas à Coëx et L'Aiguillon-sur-Vie (Vendée) où, malgré la forte la présence de vestiges allant du Mésolithique ancien au Bronze ancien, on relève une présence de grattoirs à la fois sur éclats d'entame ou de décalottage de forme semi-circulaire, ou sur éclats épais et larges de plein débitage (Gandriau, 2001).

Les modalités de débitage ici n'obéissent plus véritablement aux contraintes imposées par la qualité des matériaux, et au volume des blocs. Le matériau étant quasiment le même, l'abandon d'une véritable production laminaire nous semble intimement liée à la surimposition des nouvelles productions (poignards en silex turonien par exemple, armatures de flèches perçantes) dans certaines activités.

En effet, si l'on observe encore quelques exemples d'armatures tranchantes de forme trapézoïdale confectionnés essentiellement sur support laminaire, la production de pointe de flèches majoritairement sur support éclat en ajout aux caractère de l'ensemble des outils (grattoirs, perçoirs, racloirs, etc...), rend compte de l'orientation du débitage vers une production privilégiée d'éclats. Ainsi, la décadence du laminaire engagée dès le Néolithique moyen (exemple de Lillemer avec un taux restreint de lames : lames/ totalité des pièces lithiques de 9 %) se poursuit au Néolithique récent (exemple de Groh-collé avec 8 %).
Le passage des armatures tranchantes trapézoïdales du Néolithique aux armatures perçantes (pointes de flèche à pédoncule avec ou sans aileron) marque régionalement la transition entre le Néolithique moyen et le Néolithique final. La phase du Néolithique récent montre une double production de ces deux outils, avec un caractère fort de la décroissance de la quantité de supports (lames) nécessaires *« a priori »* pour la fabrication d'armatures trapézoïdales standardisées.

3-2-4- Le Néolithique final

Le débitage d'éclats de morphologies diverses est une constante de la production de l'ensemble des sites observés. La production laminaire est très peu présente et s'intègre dans celle des éclats. Si les éclats sont extraits par percussion dure ou par percussion posée sur enclume, les rares lames observées attestent uniquement de l'utilisation de la percussion dure au cours de séquences peu développées. La modalité unipolaire est la plus appliquée. L'entretien des surface de débitage s'effectue fréquemment par détachement de tablettes de ravivage, lorsque les dimensions du nucléus permettent de poursuivre le débitage. Les nucléus en opale résinite montrent que le débitage s'effectue sur place. Ce débitage *in situ* est aussi attesté, pour les silex de la Loire et le quartzarénite de Montbert, par les tablettes de ravivage. Nous avons vu plus haut (*cf.* § *2-2-3-*), que l'exploitation des silex alluviaux par les populations du nord de la Loire était fortement contrainte par les qualités mécaniques des grès locaux. Au sud de la Loire, le quartzarénite de Montbert concurrence assez bien les silex littoraux, tels que ceux des Moutiers-en-Retz et du littoral vendéen.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les grattoirs dominent les outils, quelque soit la position géographique du site analysé. La frénésie pour les poignards en silex du Grand-Pressigny s'empare des populations (Mallet, 1992). La production de pointes de flèches à pédoncule et ailerons est systématique et s'effectue par retouches bifaciales couvrantes par pression.

4- Le Massif armoricain et un ancien massif atlantique (Portugal)

Le choix d'effectuer une comparaison dans le comportement des populations du Mésolithique final et du Néolithique en Armorique, avec celles de régions situées en plein sur des massifs anciens, tend à évaluer les ressemblances ou dissemblances d'habitus, face au manque de silex et à la multiplicité de ressources minérales alternatives et/ou complémentaires. Les réponses qui découlerons de ces analyses permettront de mieux comprendre les réactions de populations soumises pratiquement aux mêmes contraintes environnementales, et d'hiérarchiser ou de catégoriser ainsi les comportements des sociétés contemporaines, mais éloignées.

4-1- Le Mésolithique final

Le Portugal, tout comme l'Ouest de la France, est connu par ses amas coquilliers mésolithiques. Ces ensembles littoraux ont acquis une visibilité internationale dès le 19^{e} siècle. Sans rentrer dans le détail de l'historique des recherches dans ce pays et à l'échelle de la péninsule ibérique, nous allons recenser ici les principaux traits de l'économie et du débitage des matières premières lithiques et les variabilités comportementales qui en découlent. L'analyse comparative aux économies de l'Ouest de la France se fera au fil du discours.

Le sud du Portugal (vallée du Sado) a été le sujet de nombreuses études sur la transition mésolithique-Néolithique. C'est dans cette région que l'on retrouve un Mésolithique bien affirmé (Arnaud, 1989 ; Araújo, 1995-1997 ; Marchand, 2001a). Ces sites correspondent à la phase du Mésolithique 3 datée de 5600-5000 ans avant J.-C. et caractérisée par de nombreux segments et trapèzes asymétriques ; de même qu'un faible taux de triangles.

4-1-1- L'acquisition des matières premières et le débitage

4-1-1-1- Les matières premières animales

Sur l'ensemble des amas coquilliers de la vallée du Sado, les restes d'animaux domestiques sont absents, contrastant ainsi avec les abondants restes de faune indicateurs d'une économie basée sur la chasse (principalement de l'aurochs, du lapin, du lièvre, du cerf et du sanglier sauvage), la pêche et la cueillette de mollusques (principalement *Cerastoderma edule* et *Scrobicularia plana* : Tavares et Soares 2006). Ce couple malacofaunique témoigne du milieu sableux de la vallée du Sado. Sur les amas coquilliers situé près des côtes rocheuses de la façade atlantique de l'Europe, les ensembles malacofauniques exploités sont dominés au Mésolithique comme au Néolithique par la patelle (*Patella sp*.) et de l'huître plate (*Scrobularia plana*). La patelle est la plus représentée des deux espèces majoritaires (Dupont, 2003). En effet, l'amas coquillier côtier de Vidigal (Alentejo), situé sur un promontoire rocheux, présente un cortège malacofaunique dominé par la patelle (Straus et *al*., 1990). On observe alors ici une exploitation opportuniste des ressources locales en fonction du substrat local.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

4-1-1-2- Les matières premières rocheuses

L'absence de connaissances sur les roches taillées ou taillables de la région du Sado est incontestable. Le substrat géologique local est constitué de dépôts sableux entourés de roches métamorphiques. Les silex sont importés depuis la région les massifs calcaires de l'Algarve (*Estramadura portuguesa*). Malgré l'apport de silex de la partie sud-est du Portugal, une acquisition à courte distance domine sur les sites mésolithiques du Sado. Les roches ainsi exploitées sont essentiellement des schistes siliceux (noir ou verdâtre et parfois laiteux opalescent) provenant des alluvions et d'affleurements en place situés à 13 kilomètres au NW du site de Várzea da Mó et à 11,55 km au NE de Cabaço do Rebolador. Au total, ces deux amas coquilliers renferment 2109 et 1222 pièces lithiques respectivement à Cabeço do Rebolador et Várzea da Mó. Les faciès fins des roches (rares silex et schistes siliceux fins) sont débités préférentiellement (90 % à Cabaço do Rebolador et 78 % à Várzea da Mó). Les faciès grossiers (quarzites, grès ou roches métamorphiques) témoignent d'un débitage opportuniste et ne constituent que 3 % (Cabaço do Rebolador) et 12 % (Várzea da Mó). Le quartz et le cristal de roche obéissent aux mêmes règles d'opportunisme que dans le cas des roches à faciès grossier. Ces quartz extraits des alluvions concurrencent fortement les faciès grossiers, avec 9 % à Cabaço do Rebolador et 10 % à Várzea da Mó. On remarque par cette classification une absence d'étude approfondie des faciès de roche.
Autour de la rivière de Muge, les roches exploitées sont essentiellement des galets de silex alluvionnaires en majorité blonds translucides et de bonne qualité. On observe aussi une exploitation de silex provenant d'affleurements situés à une vingtaine de kilomètres sur la rive droite du Tage (Roche, 1989).

Des études approfondies permettront dans l'avenir d'émettre des hypothèses intéressantes de variabilité des débitages et propriétés des matériaux.

L'acquisition des matières premières peut-être qualifiée de locale. Les schistes siliceux ou les silex alluvionnaires occupent ici la position des silex côtiers des amas coquilliers armoricains, des quartzarénites de Montbert dans les ensembles du Bocage Vendéen, les silex littoraux des Pays de la Loire et les silex des alluvions de La Loire. Les quartz et cristaux de roche de part leur situation proche des sites, leur faible utilisation témoigne de leurs propriétés clastiques et de leur module médiocres. Comme les mésolithiques vendéens qui avaient le choix entre un quartzarénite fin à très fin (argilite) (situé à une vingtaine de kilomètres au nord) et un phtanite bréchifié ou des cherts pédologiques de moindre qualité locaux, les mésolithiques du sado on recherché des roches à faciès fin. Cette exploitation témoigne cependant d'un éloignement peu élevé. L'opportunisme couplé à une « sédentarisation » n'altère donc en rien des déplacements fréquents (peut-être sur des stations peu éloignées) pour l'approvisionnement en ressources nutritionnelles ou lithiques.

a- Le débitage

L'objectif commun du débitage sur les amas coquilliers de la vallée du Sado et de l'Alentejo est la production de lamelles (exemple de Poças de São Bento, vallée du Sado ; Fiais et Vidigal, Alentejo). Les éclats concurrencent parfois les lamelles au sein des industries (Várzea da Mó, vallée du Sado) et sont même en proportions supérieures à celles des lamelles (Cabeço do Rebolador, vallée du Sado) (Marchand, 2001a). Les lamelles sont obtenues sur une table unique à partir d'un seul plan de frappe et selon une modalité principalement unipolaire. Le plan de frappe est entretenu par un facettage inflexible, se traduisant alors par

un fort taux de talons facettés **(**Várzea da Mó, 25,3 % ; Cabeço do Rebolador, 34,3% ; Vidigal, 57 % ; Fiais, 31,2 %). L'angle de chasse est ouvert de 70 à 80°.
Les amas coquilliers de la rivière de Muge, tout comme ceux du Sado et de l'Alentejo présentent de fortes proportions de lames étroites et lamelles régulières. Sans rentrer dans le détail de leur contexte de découverte et de fouille, rappelons ici que seuls quelque uns de ces amas auront permis à divers auteurs de tirer des traits caractéristiques des assemblages et des modes d'occupation. Sur le plan du débitage, il est difficile pour l'ensemble coquillier de Moita do Sebastião de trancher entre une utilisation de la percussion indirecte ou de la percussion directe organique en raison de la faible superficie des talons (qui entraîne une disparition de plausibles signatures de facettage, d'autant plus que l'abrasion des corniches est systématique). Cette difficulté est surmontée à Cabeço da Amoreira. On y observe sur les lamelles des talons larges facettés soigneusement avec bulbe peu proéminent. L'abrasion est absente et antagonique avec l'abrasion systématique observée en Alentejo, au Sado ou à Moita do Sebastião (Muge). Le plan de frappe facetté, l'angle de chasse ouvert proche de 90°, le profil rectiligne des lamelles sont autant d'indices permettant de supposer de l'usage de la percussion indirecte.
La modalité unipolaire est de règle dans ces ensembles mésolithiques de Muge comme du sado ou de l'Alentejo. Deux grandes chaînes opératoires existent : une chaîne intégrée à lamelles et éclats et une chaîne à éclat propre.

b- Les armatures et l'outillage commun

Le taux d'armatures est très élevé dans l'ensemble des occupations mésolithiques, et semblent désigner des activités de prédation. L'ensemble des stratigraphies du Sado montrent que les segments augmentent des couches basales vers le sommet (Santos et *al*., 1974). Cette observation est confirmée par les études de J. Arnaud à Poças de São Bento (niveaux C à A), excepté le niveau D de base où les segments sont abondants). En Alentejo comme dans le Sado, les trapèzes et les segments dominent les armatures. Aux environs de la rivière de Muge, les trapèzes asymétriques dominent, accompagnés de rares triangles (principalement à Moïta do Sebastião) entièrement latéralisés à gauche. On y note une absence de segments. Le procédé de fracturation des supports est habituellement celui du microburin.
L'outillage commun est non-standardisé et comprend essentiellement des éclats et lamelles utilisés, éclats retouchés éclats à coches. Les grattoirs et denticulés sont rares et ne dépassent pratiquement pas les 4 % de l'outillage.

4-1-2- Résumé

Les industries du Retzien et du Téviécien, tout comme celles du Mésolithique final portugais, sont caractérisées par une production lamellaire frontale sur table étroite. Si cette assertion est vérifiée dans la vallée du Sado et autour de Muge, il n'en n'est pas de même pour les occupations mésolithiques de l'Alentejo, puisque le déterminisme naturel de la taille des blocs de schistes siliceux (plaquettes) du Sado ne s'applique pas aux rognons de cherts de l'Alentejo (amas coquilliers de Fiais et Vidigal), malgré une production de lamelles identiques. Les nucléus sont quasiment plus courts à Vidigal que dans le Sado. Cette différence dans les dimensions des nucléus se traduisent alors par une différence dans la taille des lamelles.

Les phases de préparation des blocs ou galets s'expriment plus ou moins bien en fonction de la finesse de la structure et des modules des matériaux exploités, mais témoignent dans l'ensemble d'une recherche de gain de matière et de productivité. L'utilisation de la

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

percussion indirecte, une forte productivité lamellaire, une abrasion des corniches et un fort taux de facettage, la fracturation des supports lamellaires par le procédé du microburin, l'unipolarité marquée du débitage sont autant d'éléments caractéristiques du débitage Retzien (France). L'aire de circulation des groupes humains reste fort restreinte, une vingtaine de kilomètres en moyenne, mais la recherche de productivité s'exprime fortement au sein des industries. L'absence d'études portées sur les faciès des roches ne permettent pas de cerner à l'échelle d'une région ou d'une zone les possibilités de déplacements comme cela est le cas en dans l'Ouest de la France.

Que peut-on déduire de la lecture de l'exploitation des matériaux au cours du Néolithique régional ? Y a-t-il des similitudes dans l'exploitation (distances et modalités techniques) avec le Retzien ou le Centre-Ouest ? Si Oui, Pourquoi une forte différence avec le Téviécien ? Est-ce une conséquence des matériaux mis en jeu dans le système technique Téviécien ? Quel est l'impact de l'alimentation animale dans le système technique ?

4-2- Le Néolithique ancien portugais et l'Ouest de la France

Le premier Néolithique au Portugal fait l'objet d'un manque flagrant de travaux de grandes importances en ce qui concerne l'industrie lithique et les matériaux lithiques exploitées.
Dans le centre et sud du Portugal, les sites à céramique les plus anciens datent de la seconde moitié du VI^{ème} millénaire (Manen et *al*., 2005). En effet, une reprise des données d'observations de J. Zilhão (1992), T. Simões (1999), G. Marchand (2001a) , C. Manen et ses collaborateurs (Manen et *al.,* 2005) et surtout de A. F. Carvalho (1998, 2002 et 2005) permet d'avoir une vision diachronique du passage entre le Mésolithique final et le Néolithique ancien du centre et du sud du Portugal.

4-2-1- Les matières premières rocheuses et le débitage

Dans les régions dépourvues de silex, le débitage du Néolithique ancien fait appel à des roches de qualité mineure : quartz, quartzite, calcaire silicifié. Entamée dès le Mésolithique cette exploitation de roches locales témoigne de la continuité des systèmes d'acquisition proches (distances faibles). Cependant, l'hétérogénéité des matériaux renseigne aussi sur un modèle plus complexe des réseaux d'échanges.

Dans les années cinquante, le lien entre le nord du Maroc et le sud de la péninsule Ibérique. L'une des révolutions techniques engagées au Néolithique ancien ibérique est la pratique systématique de **la chauffe intentionnelle** du silex avant débitage (Carvalho, 1998 et 2002). Cette action tend à améliorer la propagation des ondes au sein de la matière et par conséquent à faciliter la production de produits allongés (lames et lamelles). L'absence de ce procédé technique comme nous l'avons vu plus haut dans le cas du Mésolithique portugais ou du mésolithique de l'Ouest de la France (Araújo, 1995/97 ; Marchand, 2001, Manen et *al*., 2005). Pour certains auteurs, cette innovation technique est strictement liée à la pratique du **débitage par pression.**
La pratique de la pression ne s'observe en France q'au sein des industries Impressa du Languedoc, sans association avec la chauffe préalable du silex (Briois, 2000). Le débitage par pression est absent dans le Cardial et l'Epicardial du sud de la France. Sans pour autant discuter de l'origine de l'association pression-traitement thermique, nous devons rappeler que son origine possible est africain (d'après les observations de C. Manen, G. Marchand et A. F. Carvalho, 2005).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les talons des produits sont facettés. Ils sont obtenus sur des nucléus prismatiques destinés à une production abondante de produits allongés. La fracturation des produits se fait par flexion, procédé technique que l'on va retrouver dans le Mésolithique final en Bretagne (Téviécien). On ne peut cependant en faire un lien direct avec le Néolithique ancien Ibérique en raison de l'existence du contemporaine du Retzien (marqué par une absence de la flexion). Peut-on voir en l'existence d'un débitage prismatique un probable lien avec les ensembles de nucléus prismatiques ou pyramidaux vendéens ; sous réserve de la dénomination liée à la forme ou au débitage) ? L'utilisation du procédé du microburin est rare et marque le lien fort avec le Mésolithique final.
Les techniques de débitage lamellaire sont la percussion indirecte et la pression (Carvalho, 1998). La percussion bipolaire sur enclume apparaît par endroits dans les ensembles lithiques du Néolithique ancien du sud du Portugal (Manen et *al*., 2005b).

L'outillage commun est essentiellement constitué de perçoirs fusiformes et d'armatures de faucille. Les burins et grattoirs sont rares. Les segments représentent soit une continuité du Mésolithique final, soit un apport néolithique repris par les mésolithiques in situ. Le reste de l'outillage est composé de supports non aménagés.

4-2-2- Autres ressources naturelles

Hormis les mollusques, les sites du Néolithique ancien portugais renferment très peu de restes d'animaux. Dans les ensembles coquilliers du Mésolithique final, l'absence de céramique est notoire, exception faite des ensembles réoccupés et qui présentent un style tardif et donc à une phase évoluée du Néolithique.

4-2-3- Résumé

L'exploitation du substrat local au Mésolithique comme au Néolithique est une conséquence de la rareté du silex au Portugal. Cette exploitation est totalement différente des modèles de l'ouest de la France. Dans le Centre-Ouest, la pérennisation de l'utilisation de ressources locales est une conséquence de la qualité des matériaux engagés dans la néolithisation. Si certaines matières locales persistent à l'influence du silex, leurs qualités structurales et mécaniques sont les principales causes à émettre. En revanche, l'approvisionnement en Bretagne est totalement révolutionné par l'importance de matières premières exogènes (principalement le silex). Le modèle d'enclave émis par G. Marchand (2005a) pour la Bretagne est repris plus en aval de ce travail et explique en partie ce changement radical dans les industries du V.S.G. breton. Le contact avec les populations néolithiques ne s'est sans doute pas déroulé de manière douce mais brusque. L'observation de probables caractères lithiques d'origine centre-ouest dans le Téviécien n'interdit aucunement l'existence de lien entre le nord et le sud du Massif armoricain. Néanmoins les conditions socio-politiques peu favorables n'encouragent pas une réelle expression d'un brassage culturel.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

4-3- L'Algarve (sud-ouest du Portugal) : un bout de terre comparable à la Bretagne

Sans rentrer dans le détail d'une chronologie de la néolithisation où les références stratigraphiques sont peu nombreuses et les datations sous l'influence de l'effet réseroir, l'ensembles des datations radiocarbones du Mésolithique et Néolithique ancien en Algarve semblent indiquer une continuité entre les occupations récentes du Mésolithique et anciennes du Néolithique (Carvalho, 2005).

A. F. Carvalho note que les amas coquilliers mésolithiques livrent une industrie simple et peu abondante, à l'exception des zones d'exploitation de silex. Les sites néolithiques abondent de ressources lithiques, avec une diversification intense de l'outillage. Quelque soit l'âge du site étudié, les occupations mésolithiques et néolithiques de l'Algarve sont caractérisées par une rareté des armatures. A. F. Carvalho en déduit que ce constat pourrait être la conséquence d'une pratique faible de la chasse durant le Néolithique ancien et le Mésolithique. Dans le Téviécien, le nombre d'armatures récoltées sur les sites sont très restreints alors que ces occupations témoignent d'un fort taux de débitage et de l'utilisation de matériaux très tenaces et aptes pour les activités de chasse. L'état des recherches et des connaissances sur le Mésolithique et le Néolithique de l'Algarve justifie alors en partie les faibles taux de débitage constatés. Ces sites sont dans l'ensemble situés proche du littoral.

Au faible taux d'armatures, s'ajoute un élément commun au Téviécien et au Mésolithique de l'Algarve : l'utilisation de la percussion directe pour la production de lames et lamelles (parfois percussion indirecte pour les lamelles). Si la percussion indirecte est fréquente dans le Mésolithique final en Alentejo et Estramadura, Retzien et Centre-Ouest, sa présence dans le Téviécien est tout aussi fruste qu'en Algarve. Au Néolithique, l'introduction du débitage bipolaire sur enclume est comme dans l'ensemble du Portugal un trait technique nouveau. Le débitage par pression et la percussion indirecte utilisés pour le débitage lamellaire est semblable à celui de l'ensemble des sites du Néolithique ancien portugais, de même que le traitement thermique accompagnant le débitage par pression.

L'Algarve et la Bretagne fonctionnent alors comme des enclaves qui semblent résister à la pénétration de nouvelles idées, pensées et populations. Cependant la durée de résistance des anciennes populations aux nouvelles technologies semble courte et plus complexe par la présence d'apports technologiques du nord du continent africain

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

5- Essai d'appréciation du comportement

La distribution et les échanges des matériaux rocheux au cours du Mésolithique fonctionne, à l'échelle du Massif armoricain, selon des surfaces plus ou moins stables. Ceci n'induit pas automatiquement une « sédentarisation » des populations qui occupent ce territoire. L'estimation de la mobilité est rendue difficile par la nature de l'occupation (sites d'approvisionnement, camps de base, cachettes, etc ...), et l'estimation du liens existant entre les vestiges de ces occupations. Si la mobilité logistique et la mobilité résidentielle sont les deux principaux types de comportements économiques proposés par L.R. Binford (1980) en ce qui concerne des populations mobiles, des variabilités de stratégies et de degrés de mobilité subsistent au sein de l'organisation économique des chasseurs-cueilleurs. L'ethnographie livre de nombreux exemples de comportements économiques. A. Gallay (1983) montre que les !Kung circulent au cours de la saison humide à l'intérieur d'un territoire long de près de 25 km, situé entre les collines et le désert et vont de halte de chasse en halte de chasse. La bande occupe alors 32 campements sur une durée de 1 à 12 jours. Il est difficile ou presque impossible dans l'état actuel des connaissances et des collections d'industries lithiques d'effectuer une analyse des comportements à l'échelle d'occupation des sites archéologiques au Mésolithique final (exception faite du site de l'Essart à Poitiers : Marchand et *al*, 2007) dans l'Ouest de la France. Cependant le semi-nomadisme ou la semi-sédentarité pratiquée par une partie ou la majorité des populations mésolithiques nous amène, à réfléchir sur l'importance des distances d'approvisionnement en matières premières brutes sur l'étendu des territoires d'influence des groupes, et par conséquent des styles culturels (pratiques techniques par exemple). La distance d'acquisition de la matière première brute représente la distance minimale d'influence et ou d'étendu du territoire d'un ou de plusieurs groupes peu éloignés des affleurements de roches. Pour des groupes situés à distance moyenne ou éloignés des affleurements majeurs, cette distance d'acquisition se rapproche un peu plus de l'aire maximale d'influence. Le territoire d'influence des groupes exportateurs (situés à proximité des affleurements majeurs) devient le facteur premier qui permet d'analyser les variations à grande échelle.

Nous avons vu précédemment que la circulation des matériaux dessine des territoires assez restreints au Mésolithique récent et final. La largeur de ces territoires va aussi dépendre de la quantité de matière première disponible et de sa qualité. Nous avons tenté de comprendre et d'expliquer les variabilités observées dans la diffusion des matériaux en tenant compte de la majorité des paramètres environnementaux et mécaniques. Les comportements ne sont pas identiques entre populations ayant exploité le même type de matériau (ceci dans la zone majeure d'affleurement) selon qu'ils aient suffisamment de matière ou non.

La quantité de matière ne suffit pas à expliquer une restriction des territoires. Cette restriction peut aussi être justifiée par une augmentation des ressources alimentaires. L'absence de données dans l'Ouest de la France (hormis sur les grands amas coquilliers littoraux) ne nous permet pas d'estimer l'importance de cette production. Néanmoins, le comportement opportuniste voué à une récolte abondante de mollusques concorde assez bien avec une production abondante de l'industrie lithique. La question de la faible quantité d'armatures sur les sites de l'intérieur des terres pose une interrogation sur l'importance de la macrofaune en Bretagne. Elle s'ajoute aux rapports exogamiques proposés par R. Schulting (2003) grâce à l'analyse de l'alimentation des populations ayant occupé les amas coquilliers de Téviec et Hoëdic, et à la faible densité de population par km^2. Au Portugal, précisément en Algarve, les faibles taux d'armatures ont été interprétés comme des témoins d'une pratique peu marquée de la chasse (Carvalho, 2005). L'existence de sites archéologiques comportant un nombre très

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

élevé d'armatures (Ty Nancien, *cf.* § *1-1-6-*, 4ème partie) nous permet de rejeter cette hypothèse en ce qui concerne le Téviécien. L'acidité du sol armoricain a longtemps été avancée pour justifier l'absence de découverte de restes d'animaux. Si ceci est incontestable, peut-on rajouter les paramètres de la quantité et de la qualité de la macrofaune, et d'une économie tournée vers le littoral, les rivières ou les lacs comme dans le Mésolithique final irlandais ? Les mariages exogamiques s'accompagnent sans doute d' échanges de matières premières, de produits et/ou de techniques, mais la quantité des produits échangés ou la vitesse de brassage des données techniques et culturels nous semblent insuffisants pour justifier une homogénéisation des comportements. Ainsi, la faible importation de matières premières peu tenaces du littoral (silex) pour la confection des armatures pourrait conférer aux propriétaires d'outils de chasse, un statut ou une fonction sociale élevée. L'accessibilité des matières premières n'était pas favorable pour tout le monde, comme cela semble être le cas en Irlande.

En Bretagne, on observe au sein des armatures une variation des styles en lien avec les zones d'influences des populations et des matériaux, alors qu'en Irlande, l'absence de variation des styles d'armatures est flagrante. Cette continuité dans les armatures est sans doute l'expression d'une société plus égalitaire et homogène culturellement : égalité qui leur est peut-être imposée par l'insularité de leur territoire.

Le Massif armoricain n'est pas un exemple unique de destruction des restes organiques. En Irlande, l'acidité du sol a aussi joué un rôle très important dans la dégradation des restes organiques. Son action combinée à celle de l'érosion, suite à la remontée du niveau des mers entre 5600 et 2400 ans avant J.-C. (Carter et *al*., 1989) aura entraîné une forte destruction des vestiges. Cependant, l'introduction d'animaux domestiques dans l'alimentation mésolithique est datée vers 4800-4500 ans avant J.-C. dans le Baie de Ferrister (Woodman et *al*., 1999 ; Kimball, 2006), alors que les analyses isotopiques témoignent d'une alimentation fortement marquée par les ressources marines ($\delta^{13}C$ égal à –14 et –14,1). Les sites mésolithiques marqués par des proportions isotopiques de $\delta^{13}C$ élevées (exemple de la grotte de Killugrah, $\delta^{13}C$ égale à –21,3 et –21,96) attestent d'une alimentation tournée vers les ressources animales terrestres alors que la diversité faunique est pauvre.

La pratique de l'élevage par ces populations est sans doute la raison du maintien d'une alimentation carnée. Le site de Roskmarshall, avec son taux de $\delta^{13}C$ égal à –18,1, est le témoin d'une alimentation combinant ressources marines et terrestres. Il reste que les deux types de nutrition marquent des choix alimentaires propres à des groupes.

L'appréciation de la mobilité des populations est alors très difficile du fait que l'on ne puisse chiffrer clairement la densité de populations et leur zone d'influence. Les faciès régionaux pouvant décrire des groupes propres nous semblent limité pour justifier dans sa globalité une résistance face à des caractères industriels nouveaux, si la population n'est pas suffisamment dense pour la soutenir. L'augmentation de la taille des trapèzes symétriques ou asymétriques reflète aussi la dimension des produits laminaires ou lamellaires supports et les matériaux exploités. Il n'est donc pas exclu d'observer des armatures petites ou larges et allongées dans les zones où affleurent des matériaux tenaces, tels les cataclasites et les ultramylonites ou même les phtanites. C'est le cas sur le site de Brennilis (Finistère) (Marchand, 2005b).

Si le nombre de sites datés du Mésolithique ancien et moyen est assez faible pour permettre une étude de la diffusion des matériaux (Marchand et Tsobgou, 2007 au Mésolithique final, et dès le Néolithique ancien, les limites des zones d'échange des matières sont de plus en plus

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

éloignées des gisements bruts et des centres de production. Tout ceci est attesté par les modèles de circulation des bracelets en schistes, des haches polies en fibrolites, en métadolérite type A de Plussulien, en silex pressignien et en silex du Cinglais.
Les occurrences du V.S.G. au centre de la Bretagne (Marchand et *al*., 2006) ont montré une importation de nucléus de silex bas-normands servant au débitage des lamelles, que nous imputons en partie à la pérennisation d'un trait de la culture du Téviécien qui leur précède.

L'analyse des qualités mécaniques à l'utilisation de ces roches permet d'envisager une probable rupture des approvisionnements lointains en matière première dès la fin du V.S.G.. En effet, avec la réapparition des industries riches en éclats, l'importance des produits sur masse centrale est accrue (essentiellement sur matériaux très éloignés).

Les armatures sont sans doute le premier fossile qui oriente la discussion archéologique des ensembles lithiques. Au cours du transfert des technologies entre des populations mésolithiques et/ou néolithiques, si les échanges de concepts ne s'accompagnent parfois pas des échanges de matériaux, et vis-versa, l'implication de la population importatrice est déterminante. L'absence de pratique de la chauffe intentionnelle des matériaux sur le Massif armoricain peut s'expliquer en partie par la nature géologique des formations. Leur hétérogénéité minéralogique accentue la dislocation des structures. Ainsi l'emploi du recuit ne semble pas être une pratique avantageuse, même dans le cas des formations sédimentaires gréseuses contenant une grande quantité de silice. Si la diffusion des silex noirs du Crétacé de Charente, au Néolithique moyen II, dans l'Ouest de la France, ne s'accompagne pas de l'application de la chauffe intentionnelle et du débitage de lames par pression, il nous semble opportun d'associer ce phénomène à la prépondérance de la production d'éclats qui s'engage dès la fin du V.S.G., et à la valorisation des produits sur masse centrale (produits à forte valeur ajoutée). La pratique de la chauffe intensionnelle nécessite beaucoup de temps et de maîtrise par rapport au coût ou à la valeur du produit final. La pratique de la pression pour la production des lames perd ainsi toute la noblesse qu'elle aura acquise dès le Néolithique ancien ibérique.

Nous n'avons pas intégré des données d'analyse des qualités mécaniques de roches alpines (éclogite et jadéitite) et de la fibrolite par exemple dans notre discussion. Cependant les études réalisées par R. C. Bradt et ses collaborateurs (1973) permettent d'attribuer à la jadéite, la néphrite et la sillimanite une ténacité $K_{Ic} \approx 3,5\text{-}4$ MPa.m$^{-1/2}$. Ces données sont reprises par J. Gil Sevillano (1997) pour expliquer l'utilisation de ces roches, par les paléoindiens d'Amazonie au cours du Néolithique, uniquement lorsque les procédés techniques de finition que sont le polissage et le meulage seront fortement développés. Le module d'élasticité de ces matériaux est très élevé et justifie également l'usage du sciage et du polissage (E = 130-200 GPa). L'énergie de fracturation de ces roches alpines G_{Ic} varie de 61 à 120 J.m^{-2}. Ces valeurs sont très élevées, par rapport à celles des autres matériaux étudiés au cours de nos travaux.

La ténacité des silex bas-normands et de la métadolérite de Plussulien varie en moyenne entre 2,2 et 2,5 MPa.m$^{-1/2}$. Ces roches ont une énergie de fracturation G_{Ic} de 42 J.m^{-2}. Ces valeurs restent faibles par rapport à celles (valeurs ci-dessus) des roches paléoindiennes, que l'on pourrait attribuer aux fibrolites armoricaines, aux éclogites et jadéitites alpines, ou encore les fibrolites d'Auvergne. La résistance à la propagation des fractures de ces dernières roches font d'elles des outils d'échange à très longue distance et leur confère une valeur commerciale et/ou spirituelle très forte.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Au Néolithique final, la fabrication des flèches à pédoncules et ailerons (retouche couvrante par pression) nécessitent des compétences techniques qui leur confère une valeur économique et sociale grandissante. En associant ces produits aux haches ou grandes lames de poignards, il apparaît clairement que le développement des échanges à grande distance et de l'économie de production est dû à la complexité technologique apportée par les nouveaux produits.

Durant tous les stades chronologiques allant de la phase la plus tardive du Mésolithique final au Néolithique final, il se produit à la surface du Massif armoricain un phénomène important que nous qualifierons de **Transposition des désirs ou Transposition des hiérarchies**.
Cette notion s'exprime bien par ces mots de P. Pétrequin et *al*. (2002) : "***Et lorsque l'innovation commencera à être imitée par tous pour devenir simplement une technique ou un outil, l'élite trouvera d'autres signes pour matérialiser la différence".*** Nous entendons par ces termes, un transfert de la fonction occupée par une matière vers une plus concurrente, qui ramène avec elle une technologie nouvelle. Ainsi, aux trapèzes symétriques ou asymétriques sur silex qui occupent une place de choix dans les industries du Mésolithique final (Retzien et Téviécien quelque soit les sous-faciès régionaux), on passe à une valorisation de lames en silex bas-normands pour les populations bretonnes de tradition V.S.G., les haches en métadolérite de type A et en roches alpines au Néolithique moyen I et II, des pointes de flèches à pédoncules et ailerons au Néolithique final.

La symbolique dans la hiérarchisation des sociétés se dessine également par l'utilisation d'espèces de mollusques de taille et de forme différentes suivant l'âge, le sexe ou le rang social (Taborin, 1974). Ainsi la fécondité semble marquée par l'emploi de plus grandes quantités de parure dans les tombes d'adultes en âge de procréer que dans celles des personnes plus âgées. Cette symbolique se rencontre également au sein de populations méditerranéennes de l'Antiquité où les porcelaines étaient un symbole de fécondité, et aujourd'hui, dans certaines populations arborant une chaîne de Cauris, afin de se préserver de la stérilité et des maladies vénériennes (Vicente, 1995).

Si l'élite ne crée pas nécessairement d'elle même cette nouvelle valeur d'hiérarchisation, il reste qu'elle essayera, sans aucun doute, de se l'approprier afin de fortifier ou de rétablir son pouvoir.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Au sein des industries lithiques, le travail et l'utilisation des roches sont régis par des règles liées à la fois à leur nature pétrographique et microstructurale, aux qualités mécaniques, à la position géographique des sites archéologiques et géologiques, aux activités engagées et surtout aux groupes culturels impliqués. Les facteurs climatiques sont sans aucun doute un des facteurs limitant ou favorisant l'exploitation des gisements de roches, mais leur importance doit s'exprimer essentiellement à l'échelle saisonnière.

La caractérisation et la catégorisation de l'ensemble des facteurs liés aux matières rocheuses, a permis de proposer pour la fin du Mésolithique dans l'Ouest de la France, un modèle de variation des styles matériels ou culturels fortement lié aux types de roches et aux rapports qu'ont les matériaux proches ou éloignés, dans la continuité ou la transformation d'un système culturel. Les contraintes techniques deviennent des caractères culturels par simple compréhension des possibilités offertes par les matériaux. L'opportunisme des populations face aux matières premières s'observe au sein du débitage, par une gestion différenciée des microfaciès de roches. Ainsi, les faciès fins et homogènes supportent le débitage unipolaire pour la production d'éléments allongés. De même, la gestion de l'outillage sur éclat obéit à la règle du faciès. Le terme de "collecte opportuniste" a été avancé par J. Affolter et Grünwald (1999) pour qualifier l'approvisionnement au Mésolithique, en sous-entendant une absence de choix des matériaux. Le terme d'opportunisme suppose de tirer le meilleur du matériau le plus disponible, ce qui sous-entend un gain de productivité, de temps et d'énergie. Ce caractère dénominatif de l'opportunisme est le facteur directeur au sein des ensembles lithiques du Téviécien et du Retzien, autant que dans le Mésolithique du Portugal ou de la région alpine (Bressy, 2003). Les industries mésolithiques de l'Ouest de la France ne souffrent donc pas d'une absence de choix. Un second argument qui confirme ce choix, est la gestion des territoires et des faciès culturels. Les roches engagées dans le Mésolithique final et le Néolithique ancien en Armorique témoignent à la fois d'une continuité et d'une évolution entre les deux périodes. Nous avons en effet, vu que lorsque les réponses mécaniques au débitage et à l'utilisation de plusieurs matériaux étaient très proches, le système culturel établit sur les territoires d'affleurements de ces roches était continu, du fait de l'intégration de ces qualités dans son évolution et dans sa gestion. Les styles régionaux définis au sein du Téviécien et du Retzien témoignent de cette gestion. Le troisième paramètre confirmant cette continuité des styles est la distance aux gisements bruts. Les exploitations majeures (plus de 50 % d'un matériau) se situent à moins de 20 kilomètres des affleurements (tel dans l'arc alpin dans le cas du silex). Au sein du Massif alpin, l'approvisionnement peut être qualifié de local. Les sites archéologiques majeurs sont distants de moins cinq kilomètres des gisements (Bressy, 2003). Cette différence dans la valeur de la limite attribuée à la proximité entre les affleurements géologiques et les sites archéologiques peut être imputée à la qualité et à la disponibilité des ressources minérales, mais aussi à la topographie régionale.
Cette relation entre le territoire géologique et le territoire culturel ne suffit pas toujours pour comprendre les changements qui s'opèrent au contact entre deux cultures très différentes (cultures mésolithiques et néolithiques).

Nous avons essayé de rechercher les comportements liés au milieu et aux ressources animales ou végétales, qui peuvent être corrélés à la gestion des matières premières géologiques à différentes échelles de distance (site, sous-région, région). A l'échelle des sites, nous avons observé des pratiques technologiques et nutritionnelles (animales surtout) qui tendent à tirer le meilleur des ressources locales et d'entretenir une productivité croissante et variée. La limite imposée par les indices de pré-néolithisation par pratique de l'agriculture sur certains sites du Retzien peut-être relativisée, si l'on prend en compte les indices du débitage présents

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

sur le site du Ty Nancien (Téviécien), marqué par des apports du Retzien et un maintien d'une tradition téviécienne dans la nature des armatures, et au sein du Mésolithique final poitevin (site de l'Essart à Poitiers) (Marchand et Manen, 2006 ; Marchand et *al.*, 2007), où apparaissent des affinités avec le Retzien (trapèzes de Téviec, trapèzes du Payré) et le Cardial et Epicardial (flèches de Montclus). En effet, tous ces indices d'un Mésolithique final changeant, datent de la première moitié du VI^{ème} millénaire avant J.-C., et ne concordent en aucun cas avec les dates supposées d'une pratique précoce de l'agriculture dès 7000 ans avant J.-C dans l'Ouest de la France.
S'agit-il d'une véritable transformation locale ou d'un opportunisme face à la connaissance de l'apport énergétique d'une nouvelle ressource (céréales sauvages) ? La pratique d'une agriculture peu intense par les populations semi-nomades du Mésolithique final est aussi envisagée par les archéologues suisses (Tinner et *al.,* 2007).

Les périodes marquées par des modifications significatives des modes d'approvisionnement et d'échanges techniques, que sont la fin du Mésolithique moyen et le début du Villeneuve-Saint-Germain dans l'Ouest de la France, peuvent avoir la même importance dans l'établissement du processus de la néolithisation. En effet, nous avons observé que les indices mécaniques liés à l'utilisation et au débitage sont quasi-identiques pour les matériaux principaux engagés dans le Mésolithique final Retzien ou Téviécien. La convergence de la réponse mécanique entre les faciès de roches représente l'un des facteurs principaux ayant provoqué le « déclin » de la suprématie du silex, observée au courant du Mésolithique ancien et moyen (au moins pour l'outillage commun). Il s'agit alors d'une meilleure compréhension des qualités des matériaux travaillés. Ainsi, l'importation en grande quantité des silex littoraux présents sur les sites de l'intérieur, variera en fonction de la quantité des faciès locaux possédant des qualités proches des silex, permettant de maintenir une tradition stylistique. Si le sacrifice des styles technologiques est évident, la variabilité des produits finis liés aux matières premières l'accompagne. L'arrivée du Villeneuve-Saint-Germain représente la première et véritable rupture avec un système mésolithique par l'introduction de nouveaux matériaux et styles technologiques. Le développement des réseaux d'échanges s'est engagé dès le début du Mésolithique final, sans doute par croissance des populations et des espaces occupés. Contrairement à l'outillage du Mésolithique final, celui du Néolithique ancien semble plus standardisé et plus varié. Cet élargissement de la gamme des produits et de leur nature défavorise les matières locales. Cependant, si les styles de l'outillage sont forts différents, le style du débitage semble montrer des ressemblances avec le débitage lamellaire du Retzien et du Téviécien tardif, marquant alors une continuité de certains traits mésolithiques. Peut-on alors parler d'une pré-néolithisation qui s'accélérera avec l'arrivée de populations du V.S.G. ? Quel qu'en soit le cas, la coexistence de sociétés néolithiques et mésolithiques aura engendré des brassages de caractères technologiques et culturels.
La limite des matières locales face à l'arrivée de nouvelles technologies et donc de nouveaux matériaux, aux propriétés différentes, engendre à la fois des adaptations à l'ancien style et des adoptions du nouveau style. Ces nouveaux outils néolithiques, essentiellement obtenus sur des roches très tenaces, se prêtent peu à un débitage commun. L'apport futur de la signature géochimique ou physique des roches tenaces armoricaines et alpines permettra de poser les bases de la connaissance de l'impact réel des éclogites alpines, ou des silex du Grand-Pressigny sur les variations culturelles et sociales au courant du Néolithique.

L'absence de chauffe et de débitage de lames par pression au cours du Néolithique moyen dans l'Ouest de la France, appliquée aux silex noir du Crétacé de Charente, pourrait s'expliquer par l'intérêt d'appliquer une technologie à un matériau importé en faible quantité. Il reste cependant important, pour les études à venir, de contrôler la variation de la qualité

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

mécanique des silex charentais face aux silex normands ou littoraux armoricains, afin de déterminer si la chauffe intentionnelle est un caractère significativement important. Quelque soit la conclusion, l'absence de ces pratiques témoigne d'une évolution différente des cultures du Néolithique moyen armoricain de celles du Chasséen.

La cartographie des territoires des styles culturels du Mésolithique final (ce travail) et du Néolithique récent (J.-N. Guyodo, 2001) permet d'observer que, dès le Mésolithique final, ces territoires concordent assez bien avec les axes d'influences technologiques et d'échanges des matières premières.

L'absence de matériaux sud armoricains (exemple des quartzarénites) au sein des ensembles lithiques du Téviécien, doit témoigner du laps de données entre l'embouchure de la Loire et celui de la Vilaine. Les travaux futurs devront intégrer cette région, afin de lever les doutes sur la force de pénétration des traits du Néolithique ancien méditérrannéen, ou même du Retzien, dans le Téviécien et Vis-versa. Tout comme le territoire méridional du Téviécien, des attentions particulières doivent être portées à la partie orientale du Massif armoricain, afin de vérifier l'importance des silex normands au sein du grand bassin sédimentaire de Rennes, où abondent des formations gréseuses.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

BIBLIOGRAPHIE

Aimé G. et Jaccottey L., (1997) - Le Mésolithique de Franche-Comté. Etat de la question. *In* Fagnard P. et Thévénin A. (dir.) *Pré et Protohistoire - Le Tardiglaciaire en Europe du Nord-Ouest.* Actes du 119ème congrès national des sociétés historiques et scientifiques, 1994, p. 325-350.

André X., (1986) - *Elaboration et analyse des cartes bathymétriques détaillées du proche plateau vendéo-charentais. Reconstitution des paléorivages de la transgression holocène.* Thèse de 3ème cycle, Bordeaux I, 274 p.

Annable R., (1987) - The Later Prehistory of Northern England- Cumbria, Northumberland and Durham from the Neolithic to the Late Bronze Age. *British Archaeological Reports International Series*, 160, 3 vol.umes, 881 p.

Anstis G.R., Chantikul P., Lawn B.R. et Marshall D.B., (1981) - "A critical evaluation of indentation techniques for measuring fracture toughness- I, direct crack measurements". *Journal of the American Ceramic Society*, volume 64, n° 9, p. 533-538.

Antoine P., (1997) - Evolution Tardiglaciaire et début Holocène de la moyenne vallée de la Somme (France). *In* P. Fagnard et A. Thévenin (dir.), *Pré et Protohistoire - Le Tardiglaciaire en Europe du Nord-Ouest*. Actes du 119ème congrès national des sociétés historiques et scientifiques, 1994, p. 13-26.

Araújo A. C., (1995-1997) - A indútria litica do concheiro de Poças de S. Bento (Vale do Sado) no seu contexto regional. *O Arqueólogo Português*. Serie IV, 13-15, p. 87-159.

Archiac D', (1846) - Etudes sur la formation crétacée des versants sud-ouest, nord et nord-ouest du plateau central de la France. *Mémoires de la Société Géologique de France*, (2), 2 (1), p. 11-148.

Arnaud J. M., (1989) - The mesolithic communities of the Sado valley, Portugal, in their ecological setting. *In* Bonsall C. (éd.), *The Mesolithic in Europe*. John Donald. Edinburgh, p. 614-631.

Arthaud F. et Matte P., (1977) - Late Palaeozoic strike-slip faulting in southern Europe and northern Africa- result of a right lateral shear zone between the Appalachians and the Urals. *The Geological Society of America Bulletin*, 88, 1305-1320.

Ashby M. F., (1992) - *Materials selection in mechanical design*. Pergamon Press, Oxford.

Auffret G., A., (1983) - *Dynamique sédimentaire de la Marge Continentale Celtique*. Thèse Doctorat, Université de Bordeaux I, 350 p.

Augereau A., (1993) - *Evolution de l'industrie en silex du Ve au IVe millénaire avant J.-C. dans le sud-est du Bassin parisien*. Thèse de doctorat de l'université de Paris I, 3 volumes.

Augereau A., (2004) - *L'industrie du silex du Ve au IVe millénaire dans le sud-est du Bassin parisien. Rubané, Villeneuve-Saint-Germain, Cerny et groupe de Noyen*. Documents d'archéologie française, 97, Ed. de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris.

Auvray B., (1979) - *Genèse et évolution de la croûte continentale dans le Nord du Massif armoricain*. Thèse d'Etat, Université de Rennes.

Baccelle L. et Bosellini A., (1965) - Diagrami per la stima visiva della composizione percentuale nelle roccie sedimentarie. *Annali dell' Università di Ferrara*, *Sezione IX, Scienze Geologiche e Paleontologiche*, n° 4.

Bailloud G., (1971) – Le Néolithique danubien et le Chasséen dans le Nord et le Centre de la France. *Fundamenta*, reihe A, band 3, p. 201-245.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Baillloud G., (1975) - Les céramiques cannelées du Néolithique morbihannais. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 72, p. 343-367.

Bailloud G. et Burnez C., (1962) – Le Bronze ancien dans le Centre-Ouest de la France. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 59, p. 515-524.

Balé P., (1985) - *Tectonique cadomienne en Bretagne. Interaction décrochement-chevauchement - Champs de déformation et modélisations expérimentales*. Thèse, université de Rennes, 361 p.

Ballevre M., Pinardon J.-L., Kienast J.-R. et Vuichard J.-P., (1989) - Reversal of Fe-Mg partitioning between garnet and staurolite in eclogite-facies metapelites from Champtoceaux Nappe (Brittany, France). *Journal of Petrology*, tome 30 n° 6, p. 1321-1349.

Ballevre M., Capdevila R., Guerrot, C. et Peucat J.-J., (2002) - Discovery of an alkaline orthogneiss in the eclogite-bearing Cellier Unit (Champtoceaux Complex, Armorican Massif) - a new witness of the Ordovician rifting. *Comptes Rendus Geosciences*, 334, p. 303-311.

Balsan L., (1956) - Beaulieu. Circonscription de Clermont-Ferrand. *Gallia préhistoire*, tome II, p. 155.

Bambier A, Bos P., Chantraine J., Chauris L., Garreau J., Guiller P., Herrouin Y., Hirbec Y., Lulzac Y. et Mulot B., (1984) - Notice explicative de la feuille Belle Isle en terre, Carte géologique de la France 1/50 000.

Barbaroux L., Duplessy J.-C., Margerel J.-P. et Visset L., (1974) - Variations climatiques et sédimentologiques récentes (période atlantique à actuel) dans l'estuaire de la Loire. Mise en évidence d'épisodes lagunaires. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 278, p. 573-576.

Barbier D., (1999) - *Histoire de la Végétaion du nord-mayennais de la fin du Weischelien à l'aube du XXIème siècle - Mise en évidence d'un Tardiglaciaire armoricain, Interactions Homme-Milieu*. Thèse de doctorat, Université de Nantes, Editions Groupe d'Etude des Milieux Naturels, Nantes, tome I, 284 p.

Barbier D. et Visset L., (2000) - Les spécificités d'un Tardiglaciaire armoricain - étude pollinique synthétique à partir de trois tourbières du Nord-Est Mayennais (France). *Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire*, volume 11, n° 2, p. 99-106.

Barrois C., (1876) - Notes sur les traces de l'époque glaciaire en quelques points des côtes de Bretagne. **Annales de la Société Géologique**, Volume 4, p. 1886-204.

Barrois C., (1882) - Sur les plages soulevées de la côte ouest du Finistère. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 9, p. 239-268.

Barrois C., (1895b) - Légende de la feuille de Saint-Brieuc n° 59 de la carte géologique de France au 1/80 000. *Anales de la Société Géologique du Nord*, 23, p. 66-87.

Barrois C., (1902) - Carte géologique au 1/80 000^{e} , feuille de Brest.

Barrois C., (1905) - Carte géologique au 1/80 000^{e} , feuille de Morlaix.

Barrois C., (1921) - Rapport sur les feuilles de Dinan et de Saint-Nazaire au 80 000. *Bulletin du Service de la Carte géologique de France*, 25, (143), p. 45-48.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Baudouin M., (1917) - Nécessité d'un inventaire des petites haches polies qui doivent recevoir le nom spécial d'haches miniscules ou pélicydies. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 14, p. 483-484.

Barusseau J.P., Klingebiel,A., et Latouche C., (1976) - La sédimentation marine- les fonds du proche atlantique. *In* de Lumley H. (ed.)*, La Préhistoire Française, IXème congrès de l'Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques, Nice, Septembre 1976,* Paris, CNRS, p. 23-30.

Beaulieu J. L. De, avec la collaboration de Andrieu V., Argant J., Clet-Pellerin M., Diot F., Grenet P., Le Royze C., Morzadec M.-T., Reille M., Richard H., Vergne V. et Visset L., (1999) - Végétation à 8000 ±1000 ans B.P. - *In, La France pendant les deux derniers extrêmes climatiques - variabilité naturelle des environnements. Co-publication de l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets radioactifs et le Comité National Français de l'International Union for Quaternary Research,* Collection Sciences et Techniques, p. 30-32.

Beaulieu J. L. De, Pons A. et Reille M., (1985) - Recherches pollenanalytiques sur l'histoire Tardiglaciaire et Holocène de la végétation des monts d'Aubrac (Massif Central, France). *Revue de Paléobotanique et Palynologie*, 44, p. 37-80.

Beaumont E. De, (1845) - Leçons de géologie pratique. Paris et Strasbourg, tome I, 557 p.

Béchennec F., Hallégouët B. et Thiéblemont D., (1999) - Notice explicative, carte géologique de France (1/50 000), feuille Quimper (346). Orléans - , 161 p. Carte géologique par Béchennec F. et Hallégouët B. (1999).

Béchennec F., Hallégouët B. et Thiéblemont D., (2001) - Notice explicative, carte géologique de France (1/50 000), feuille Rosporden (347). Orléans - , 121 p. Carte géologique par Béchennec F. et Hallégouët B. (2001).

Bellion G., (1979) - *Contribution à l'étude du gisement de kaolin de Ploëmeur (Morbihan) - caractères, origine*. Thèse de 3ème cycle, Université de Rennes, 189 p.

Bernard-Griffiths J., Peucat J. J., Sheppart S. et Vidal P., (1985) - Petrogenesis of Hercynian leucogranites from the southern Armorican Massif- contribution of REE and isotopic (Sr, Nb, Pb and O) geochemical data to the study of source rock characteristics and ages. *Earth and Planetary Science Letters*, 74, 235-250.

Bernard J., (1996) - *Paléoenvironnement du Pays-de-Retz et du marais Breton-Vendéen*. Thèse de doctorat, Université de Nantes, 2 tomes, 174 p.

Bernier G., (1970) - Gisemement de Beg-er-Vil Nord. Bulletin de la Société polymatique du Morbihan, p.-v, p. 15.

Berrou P., et Gouletquer P.-L., (1973) - L'Epipaléolithique de la région de Plovan (Finistère). Note préliminaire. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 70, C.R.S.M. n° 6, p. 166-172.

Berthé D., Choukroune P. et Jégouzo P., (1979) - Orthogneiss, mylonite and coaxial deformation of granites- the example of the south Armorican Shear Zone. *Journal of Structural Geology*, 1(1), 31-42.

Berthé D., Choukroune P. et Gapais D., (1979) - Quartz fabrics and Progressive Gneissification of Granites by Simple Shear - Example of the South Armorican Shear Zone. *Bulletin de la Société Minéralogique de Bretagne*, 102 (2-3), 265-272.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Bertrand-Geslin, (1834) - Notice géognostique sur lîle de Noirmoutier, département de la Vendée. *Mémoires Société Géologique de France*, p. 59-60.

Beugnier V. et Plisson H., (2000) - Les poignards en silex du Grand-Pressigny - fonction de site et fonctions d'usage. *In* Approches fonctionnelles en Préhistoire. Actes du 25e Congrès Préhistorique de France, Nanterre 24-26 Novembre 2000. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, p. 139-154.

Beyries S., et Boëda E., (1983) - Etude technologique et traces d'utilisation des "éclats débordants" de Corbehem (Pas-de-Calais). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 80, n° 9, p. 275-279.

Bézier T., (1922) - Sur les fossiles rencontrés dans les sables de Savenay(Loire-Inférieure), dans ceux de Saint-Perreux (Morbihan) et de Langon (Ille-et-Vilaine). *Bulletin de Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, 3, (1), p. 91-111.

Bigot A., (1926a) - Compte rendu de la Réunion extraordinaire de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne en Basse-Normandie (5-10 avril 1926). *Bulletin de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, tome 7, fascicule spécial, p. 3-59, 13 fig.

Billard C., (2002) - *Colombelles. Le Lazzaro. Bilan scientifique de Basse-Normandie, 2001*. Service Régional de l'Archéologie, p. 27-29.

Billard C., Cottaux R. et Ducrocq T., (1990) - Un site d'habitat chalcolithique à Grands Laviers (Somme). *Revue Archéologique de Picardie*, ¾, p. 15-26.

Binder D., (1987) - Le Néolithique ancien provençal, typologie et technologie des outillages lithiques. *Gallia-Préhistoire*, XXIVème suppl. Edition du CNRS, 205 p.

Binford L.R., (1980) - Willow smoke and dog'tail - hunter gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American Antiquity*, 45, 1, p. 4-20.

Blanchet J.-C., (1974) - Datations radiocarbone du Néolithique chasséen du Bassin parisien de Jonquières (Oise). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 71, p. 107-108.

Blanchet S., (2006) - Un habitat du Néolithique ancien en Bretagne orientale - Pluvignon à Betton (Ille-et-Vilaine*). In* Marchand G., Manen C. et Tresset A. (dir.) *La néolithisation de la façade atlantique de l'Europe. Interactions culturelles, transferts techniques, implications des milieux naturels*. Rapport terminal 2003-2005. p. 309-315.

Blanchet S., Kayser O., Marchand G. et Yven E., (2006) - Le Mésolithique moyen en Finistère - de nouvelles datations pour le groupe de Bertheaume. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 103, n° 3, p. 507-517.

Bodéré J. C., (1971) - Observations sur la côte de la baie d'Audierne entre Penhors et Porz-Carn. *Cahiers d'Océanographie*, 23, p. 519-543.

Boëda E., (1993) - Le débitage Discoïde et le débitage Levallois récurrent centripète. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 90, n° 6, p. 392-404.

Bonnet S., (1998) - Tectonique et dynamique du relief - le socle armoricain au Pléistocène. *Collection Mémoire Géosciences Rennes*, 86, 352 p.

Bordes F., (1947) - Etude comparative des différentes techniques de taille du silex et des roches dures. *L'Anthropologie*, 51, p. 1-29.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Bostyn F., (1994) - *Caractérisation des productions et de la diffusion des industries lithiques du groupe néolithique Villeneuve-Saint-Germain*. Thèse de Doctorat, Université de Paris X-Nanterre, 2 volumes, 745 p.

Bostyn F., (2003) - *Le Néolithique ancien en Haute-Normandie - Le village Villeneuve-Saint-Germain de Poses "Sur la Mare" et les sites de la boucle du Vaudreuil*. Société Préhistorique française, Travaux 4, 342 p.

Boujot C. et L'Helgouac'h (1988) - Le site néolithique à fossés interrompus des Prises à Machecoul (Loire-atlantique). Etudes sur le secteur oriental. Préhistoire de Poitou-Charentes-problèmes actuels. *Comité des Travaux Historiques et Scientifiques*, Paris, p. 255-269.

Boujot C. et Cassen S., (1992) – Le développement des premières architectures funéraires monumentales en France occidentale. *In* Le Roux C.-T. (dir.) *Paysans et bâtisseurs. L'émergence du Néolithique atlantique et les origines du Mégalithisme*. Actes du XVIIème colloque interrégional de Vannes 1990. Revue Archéologique de l'Ouest, supplément n° 5, p. 195-212.

Boujot C. et Cassen S., (1998) – Tertres armoricains et tumulus carnacéens dans le cadre de la néolithisation de la France occidentale. *In* Guilaine J. (dir.) *Sépultures d'Occident et genèses des mégalithismes (9000-3500 avant notre ère)*. Séminaires du Collège de France, Paris, p. 107-126.

Bourdeau J.M., (1938) - Recherches sur l'Eocène continental du massif Vendéen. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France*, (5), 8, p. 87-93.

Bourdeau J.M., (1940) - Le gisement de grès éocène de Pérenche (Loire-inférieure). *Comptes Rendus du Sommet de la Société Géologique de France*, p. 16-17.

Bourdeau J.M. et Guilcher A., (1941) - Observations sur l'Eocène continental de la banlieue nantaise. *Comptes Rendus du Sommet de la Société Géologique de France*, p. 68-70.

Bradt R. C., Newnham R. E. et Biggers J. V., (1973) - The Toughness of Jade. *American Mineralogist*, 58, p. 727-732.

Brault N., (2002) - *Ressources du Sous-sol et Environnement en Bretagne- Genèse, Géométrie et Propriétés de différents types d'Aquifères*. Thèse Doctorat, Université de Rennes 1.

Bressy C., (2003) - Caractérisation et gestion des silex mésolithiques et néolithiques du Nord-Ouest de l'arc alpin - une approche pétrographique et géochimique. *British Archaeological Reports* International Series 1114, 295 p.

Briard J., (1989) (dir.) - *Mégalithes de Haute-Bretagne - les monuments de la forêt de Brocéliande et du Ploërmelais. Structures, mobilier et environnement*. Editions de la Maison des Sciences et de l'Homme, Paris.

Briard J., Gautier M. et Leroux G., (1995) - *Les mégalithes et les tumulus de Saint-Just (Ille-et-Vilaine). Evolution et acculturations d'un ensemble funéraire (5000 à 1500 ans avant notre ère).* Editions du Comité des travaux historiques et scientifiques, Documents préhistoriques 8, Paris.

Bridault A., (1997) - Chasseurs, ressources animales et milieux dans le Nord de la France de la fin du Paléolithique à la fin du Mésolithique - problématique et état de la recherche. *In Pré et Protohistoire - Le Tardiglaciaire en Europe du Nord-Ouest*. Actes du 119ème congrès national des sociétés historiques et scientifiques, 1994, Editions du comité des travaux historiques et sientifiques, p. 165-17

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Briois F., (1997) - *Les industries en Languedoc méditerranéen (6000-2000 av. J.-C.). Rythmes et évolution dans la fabrication des outillages de pierre taillée néolithiques entre mer et continent*. Thèse, université de Toulouse, 3 volumers, 557 p., 156 pl.

Briois F., (2000) - Variabilité technoculturelle des industries lithiques du Néolithique ancien en Languedoc. *In Rencontres méridionales de Préhistoire récente. Troisième session, Toulouse, 1998*. Editions Archives d'Ecologie Préhistorique, p. 43-50.

Brun J.-P., Ballard J.-F. et Le Corre C., (1991) - Identification of Ordovician block-tilting in the Hercynian fold belt of Central Brittany (France)- field evidence and computer models. *Journal of Structural Geology*, 13 (4), 419-429.

Brun J.-P, Guennoc P., Truffert C., Vairon J. et T.A.W.G.o.t.G.-D, (2001) - Cadomian tectonics in the northern Brittany - a contribution of 3-D crustal-scale modelling. *Tectonophysics*, 331, p. 229-246.

Bureau L. et Ferronnière G., (1926) - Carte géologique de la France à 1/80 000. feuille Nantes, 1ère éd.

Burnez C. et Fouéré P., (1999) - Les enceintes néolithiques de Diconcha à Saintes (charente-Maritime). Une périodisation de l'Artenac. Société Préhistorique Française, Mémoire XXV, *Association des Publications Chauvinoises*, Mémmoire XV, 2 volumes, 399 p., 99 fig., 277 pl.

Butel P., (1951) - Révision de la feuille des Sables-d'Olonne 1/80 000. Le Lias et le Jurassique sur le ittoral. *Bulletin du Service de la Carte Géologique de France*, tome 49, n° 232, p. 97-107.

Butel P., (1953) - Les formations d'âge secondaire du Sud de la Vendée, entre le massif ancien et l'océan (feuille des Sables-d'Olonne au 1/ 80 000). *Bulletin du Service de la Carte Géologique de France*, t. 511, n° 239.

Cahen D. et Gilot E., (1983) - Chronologie radiocarbone du Néolithique danubien. *In Progrès récents dans l'étude du Néolithique ancien*. Actes du Colloque international, Gand 1982. Dissertationes Archaeologicae gandenses, vol. 21, De Templel, Brugge, p. 21-40.

Campbell S. W., (1963) - Jade Axes from Sites in the Bristish Isles. *Proceedings of the Prehistoric society*, 5, p. 133-172.

Carpenter M. S. N. et Civetta L., (1976) - Hercynian high pressure low temperature metamorphism in the Ile de Groix blueschists. *Nature*, 262, p. 276-277.

Carter R. W. G., Devoy R. J. N. et Shaw J., (1989) - Late Holocene sea levels in Ireland. *Journal of Quaternary Science*, 4 (1), p. 7-24.

Carvalho A. F., (1998) - *Talhe da pedra no Neolítico antigo do calcário das serras d'Aire e Candeeiros (Estramadura portuguesa). Um primeiro modelo technológico e tipológico*. Edições Colibri. Textos Monográficos, n° 2, 110 p., 29 fig.

Carvalho A. F., (2002) - Current perspectives on the transition from the Mesolithic to the Neolithic in Portugal. *In* Badal E., Bernabeu J. and Martí B. (eds). *El paisaje en el Neolítico mediterráneo*. Saguntum, extra-5, p. 235-250.

Carvalho A. F., (2005) - Le passage vers l'Atlantique. L'Algavre et le processus de néolithisation de la façade occidentale de la Péninsule Ibérique. *In,* Marchand G., Manen C. et Tresset A. (dir.) *La néolithisation de la façade atlantique de l'Europe; Interactions culturelles, transferts techniques, implications des milieux naturels*. Rapport terminal ACI 2003-2005, p ; 116-136.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Cassen S., (1987) - Le Centre-Ouest de la France au IVe millénaire avant J.-C. *British Archaeological Reports* International Series 342, 385 p.

Cassen S., (1991) - Cerny-sud - précisions et réflexions autour de l'article de C. Constantin. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 88, n° 4, p. 99-100.

Cassen S., (2000) - Voies de recherches sur l'industrie lithique. Apports à la périodisation. *In* Cassen S. (dir.), Boujot C. et Vaquero J., *Eléments d'architecture. Exploration d'un tertre funéraire à Lannec er Gadouer (Erdeven, Morbihan). Constructions et reconstruction dans le Néolithique morbihannais. Propositions pour une lecture symbolique.* Association des publications chauvinoises, mémoire XIX, Chauvigny, p. 529-550.

Cassen S., Hinguat S., Lannuzel G. et Marchand G., (1996) - L'Habitat Villeneuve-Saint-Germain du Haut-Mée (Saint-Etienne-en-Coglès, Ile-et-Vilaine), *Internéo* 1, p. 45-50.

Cassen S., Audren C., Hingant S., Lannuzel G. et Marchand G., (1998) - L'habitat Villeneuve-Saint-Germain du Haut-Mée (Saint-Etienne-en-Coglès, Ille-et-Vilaine). Bulletin de la Société Préhistorique française, 95, n° 1, p. 41-75.

Cassen, S., Marchand G., Menanteau L., Poissonnier B., Cadot R. et Viau Y., (1999) – Néolithisation de la France de l'Ouest. Témoignages Villeneuve-Saint-Germain, Cerny et Chambon sur la Loire angevine et atlantique. *Gallia Préhistoire*, 41, p. 223-251.

Cayeux L., (1929) - *Les roches sédimentaires de France. Roches siliceuses*. Nationale, Paris, 696 p.

Chamley H., (2000) - *Bases de la sédimentologie*. Dunod, 178p.

Chancerel A. et Paulet-Locard M.A., (1988) - Le Mésolithique en Normandie - Etat des recherches. *In Mésolithique et Néolithisation en France et dans les régions limitrophes*. *113ème Congrès national des Sociétés savantes, Strasbourg, Mésolithique et Néolithisation*. Editions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 2133-229.

Chancerel A., Ghesquière E., Lepaumier H., Forfait N. et Leclerc G., (1995) - Nouvelles implantations du groupe de Villeneuve-Saint-Germain en Basse-Normandie. *In* Actes du 20ème colloque interrégional sur le Néolithique, Evreux, 1993. *Revue archéologique de l'Ouest*, p. 43-56.

Chancerel A., Marcigny C. et Ghesquière E., (2006) - *Le plateau de Mondeville (Calvados) du Néolithique à l'âge du Bronze*. Documents d'archéologie française 99. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 205 p.

Chantraine J., (1981) - Carte géologique de la France 1/50 000 feuille Morlaix (240). Orléans. BRGM. Notice explicative Chantraine et *al.,* 1981.

Chantraine J., Chauvel J. J., Bale P., Denis E. et Rabu D., (1988) - Le Briovérien (Protérozoïque supérieur à terminal) et l'orogenèse cadomienne en Bretagne (France). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4 (5), 815-829.

Charollais J. et Davaud, E., (1976) - *Microfaciès et ordinateur*. Paris, 225 p.

Chauris L., (1969) - Sur un important accident structural dans le Nord-Ouest de l'Armorique. *Comptes Rendus hebdomadaires Séances Académie de Sciences*, Paris, 268, p. 2859-2861.

Chauris L., Le Bail F. et Guiges J., (1970) - Minéraux de basse-Bretagne. *Penn-ar-Bed*, H.S. n° 6, 96 p.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Chauris L. et Hallégouët, B. (1973) - Les « quartzites » des gneiss de Brest (Finistère). *Bulletin de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne* ,Sér. C, tome V, 2, p. 93-99.

Chauris-Norroy M.-M., (1973) - Formations littorales de Saint-Pol-de-Léon. *Penn-ar-Bed*, 73, p. 130-141.

Chevalier M., (1987) - *Tectonique récente, effondrements et remplissages sédimentaires cénozoîques dans le domaine de Grand-Lieu*. Thèse, université de Nantes, Sciences, 173 p.

Chevalier M. et Borne V., (1989) -Remise en question de l'attribution «Sables rouges pliocènes » aux formations détritiques du domaine du Lac de Grand-Lieu (Loire-Atlantique). *Géologie de la France*, n°1-2, p. 277-284.

Cogné J., (1960) - Schistes cristallins et granites en Bretagne méridionale. Le domaine de l'Anticlinal de Cornouaille. *Mémoires Service de la Carte Géologique de France*, 1-382.

Cogné J., (1977) - La chaîne hercynienne ouest-européenne correspond-t-elle à une orogenèse par collision ? Propositions pour une interprétation géodynamique globale. *Collection Internationale CNRS*, 268, p. 111-129.

Collectif, (1984) - Les sites à microlithes entre Vilaine et Marais Poitevin. *Etudes Préhistoriques et Protohistoriques des Pays-de-la-Loire*, volume 7, Nantes.

Constantin C., (1985) - Fin du Rubané, céramique du Limbourg et Post-Rubané. Le Néolithique le plus ancien en Bassin parisien et en Hainaut. *British Archaeological Reports* International Series, n°273, 2 vol., 356 p.

Constantin C., (1986) - La séquence des cultures à céramique dégraissées à l'os. *In* Demoule J.-P. et Guilaine J. (dir.), *Le Néolithique de la France. Hommage à Gérard Bailloud.* Editions Picard, Paris, p.113-127.

Cordier G., (1963) – Prolongements danubiens dans le Centre de la France. *Revue Archéologique de l'Est et du Centre-Est*, tome XIV, p. 149-156.

Costa L.-J. et Marchand G., (2006) - Transformations des productions lithiques du premier au second mésolithique en Bretagne et en Irlande. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 103, n° 2, p. 275-290.

Coudret P., et Fagnart J.-P., (1997) - Les industries à Federmesser dans le bassin de la Somme - Chronologie et identité des groupes culturels. *In L'Azilien et les cultures septentrionales*. Bulletin de la Société Préhistorique Française, tome 94, n° 3, p. 315-3318.

Couffon O., (1909) - Réponse à une note de J. Weilsch sur l'âge des sables et grès à Sabalites des environs de Fontevrault, Saumur. *Comptes Rendus du Sommet de la Société Géologique de France*, p. 159.

Couttard S., (1998) - *Panorama des silex bas-normands. Essai de caractérisation et répartition…vers un usage archéologique*. Mémoire de Maîtrise. Université de Caen, 75 p.

Crabtree D. E., (1967) - Notes on experiments in flintknapping- the flintknapper's raw materials, *Tebiwa*, 10 (I), p. 8-24.

Crié L., (1881) - Sur la découverte à Noirmoutier (Vendée) de la flore éocène à sabalites andegavensis. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de France*, 92, p. 759-791.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Cyprien A.-L., (2002) - *Chronologie de l'interaction de l'Homme et du milieu dans l'espace central et aval de la Loire (Ouest de la France)*. Thèse de doctorat, Université de Nantes, 182 p.

Dabard M.-P., (1996) - *Les formations à cherts carbonés (phtanites) de la chaîne cadomienne ; genèse et signification géodynamique - exemple du segment armoricain*. Thèse de Doctorat, université de Rennes 1, 267 p.

Dadet P., Beurrier M. et Lautridou J.-P., (1984) - *Notice explicative carte géologique de la France, feuille Saint-Hilaire-du-Harcouët (247)*, Orléans, BRGM.

Dadet P., Herrouin Y., Blanchet C., Bardy P., Coulleau A., (1995) - *Carte géologique de la France (1/50 000), feuille Pipriac (387)*. Orléans - BRGM. Notice explicative par P. Dadet, Y. Herrouin, P. Bardy, P. Lebret, F., Trautmann, A. Carn (1995), 75 p.

D'Amico C., (2005) - Neolithic 'greenstone' axe blades from northwestern Italy across Europe - a first petrographic comparison. *Archaeometry*, 47, 2, p. 235-252.

Damour A., (1865) - Sur la composition des haches en pierre trouvées dans les monuments celtiques et chez les tribus sauvages. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, 61, 21 p.

Delattre Ch., Jeremie E., Pruvost P. et Sandrea A., (1951) - Révision des feuilles de Lannion, Morlaix et Tréguier au 1/80 000. *Bulletin de la Société de la Carte Géologique de France*, t. 49, n° 232, p. 39-60.

Delattre Ch., Pruvost P. et Waterlot G., (1956) - Révision de la feuille de Morlaix au 1/ 80 000. Région de Callac (Côtes-du-Nord). *Bulletin de la Société de la Carte Géologique de France*, tome 54, n° 250, p. 55-61.

Delcourt-Vlaeminck M., (1999) - Le silex du Grand-Pressigny dans le nord-ouest de l'Europe. *Bulletin des Amis du Musée du Grand-Pressigny*, n° 50, p. 57-68.

Didier J. et Lameyre J., (1969) – Les granites du Massif central français : étude comparée des leucogranites et granodiorites. *Contibutions to Mineralogy and Petrology*, 24, p. 219-238.

Dietsch M.-F., (1995) - Les stations du mésolithique final de Falaise et de Saint-Pierre-du-Bû. *Revue Archéologique de l'Ouest*, 12, p. 12-41.

Dissler E., (1987) - *Evolution géodynamique cadomienne du nord Cotentin (Massif Armoricain)*. Thèse de l'Université de Caen.

Dufresne N., (1998) - *Les silex de la Comté d'Auvergne - pétrographie et approche archéologique*. T.E.R. de maîtrise, Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand, 25 p.

Dunham R.J., (1962) - Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *In* Ham W. E. (éd.) *Classification of carbonate rocks.* American Associuation of Petroleum Geologists, Tulsa, Okla., n° 1, p. 108-121.

Dupont C., (2003) - *La Malacofaune de sites mésolithiques et néolithiques de la façade atlantique de la France. Contribution à l'Economie et à l'Identité culturelle des groupes concernés*. Thèse Doctorat, université de Paris 1-Panthéon-Sorbonne, 542 p.

Dupont C. et Gruet, Y., (2002) - Du test coquillier à la ressource alimentaire - applications aux berniques *Patella sp*. et aux bigorneaux *Monodonta lineata* de sites mésolithiques et néolithiques. *Revue d'Archéométrie*, 26, p. 93-112.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Dupont C., Marchand G., Desse-Berset N., Gaudin L., Gruet, Y. et Marguerie D., (2006) - Seconde étude de cas - l'amas coquillier de Beg-an-Dorchenn (Plomeur, Finistère) au VIème millénaire avant J.-C. *In* Marchand G., Manen C. et Tresset A. (dir.) *La néolithisation de la façade atlantique de l'Europe. Interactions culturelles, transferts techniques, implications des milieux naturels*. Rapport terminal 2003-2006, 486 p.

Dupret L., (1988) - Le Protérozoïque du massif armoricain Nord-oriental (Normandie et Maine). *Bulletin de la société linnénne de Normandie*, 110-111, p. 75-100.

Durand S., (1957) - Contribution à l'étude du littoral entre La Bernière et Les Moutiers (Loire-Atlantique). *Bulletin de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, Nouvelle Série, Fasc. (1), p. 69-94.

Durand S., (1960) - Le Tertiaire en Bretagne. Etude stratigraphique, sédimentologique et tectonique. *Mémoires de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, 12, p. 1-389.

Estéoule-Choux J., (1981) - Etude en microscopie électronique à balayage de quelques kaolins d'origines différentes - apports de cette technique pour la compréhension de leurs genèses. Clays Minerals, 16, n°3, p. 279-288.

Estéoule-Choux J., (1983) - Altérations et silicifications au Tertiaire dans le Massif armoricain. *Géologie de la France*, (2), n° 4, p. 345-352.

Fairbanks R. G., (1989) - A 17000 years glacio-eustatic sea level record- influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature*, Volume 342, p. 637-642.

Ferronnière G., (1920) - Rapport sur les feuilles de Nantes et du Pilier. *Bulletin du Service de la Carte Géologique de France*, 255, (123), p. 49-54.

Flageollet J., (1977) - *Origine des reliefs, altérations et formations superficielles - contribution à l'étude géomorphologique des massifs anciens cristallins. L'exemple du Limousin et de la Vendée du Nord-ouest*. Sciences de la terre, Mémoires (Nancy), 35, 461 p.

Fouéré P, (1994) - *Les industries en silex entre Néolithique moyen et Campaniforme dans le nord du Bassin aquitain. Approche méthodologique, implications culturelles de l'économie des matières premières et du débitage*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, 2 volumes.

Fourniguet J. et Trautmann F., (1985) - *Carte géologique de la France (1/50 000), feuille Redon (419)*. Orléans - BRGM. Notice explicative par J. Fourniguet et F. Trautmann (1985), 69 p.

Fritel P., (1922) - Flore des grès à Sabalites. *Bulletin du Muséum National d'Histoires Naturelles* (Fr.), 5, p. 385-390.

Gabilly J., (1962b) - Stratigraphie et limites de l'étage Toarcien à thouars et dans les régions voisines. *Colloque du Jurassique*. Comptes Rendus et mém. Institut Gd. Duc. Luxembourg, p. 193-201.

Gaborit A., Barbereau G., Dorbeau L., Martin P., Mellira A. et Rousseau J., (2000) - Galets de silex des estrans entre Loire et Marais Poitevin. *Bulletin de l'A.M.A.R.A.I.*, 284 p.

Gaillard F., Taborin Y. et Gomez de Soto J., (1984) - La tombe néolithique de Germignac. *Gallia Préhistoire*, 27 (1), p. 97-119.

Gallay A., (1983) - *De la chasse à l'économie de production en Valais. Un bilan et un programme de recherche*. Document du département d'anthropologie, université de Genève.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Gallet M., (1998) - *Pour une technologie des débitages laminaires préhistoriques*. Dossier de Documentation archéologique N° 19, CNRS Ed.

Gandriau O., (2001) - La Préhistoire récente à Coëx et L'Aiguillon-sur-Vie (Vendée) dans son contexte régional du Centre-Ouest atalantique. Editions Anthropologica, 197 p.

Ganichaud B., (1922) - Note à propos de la découverte d'une ammonite à Montbert (Loire-Inférieure). *Bulletin de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, 3 (2), p. 121-122.

Gapais D. et Le Corre C., (1980) - Is the Hercynian belt of Brittany a major shear zone. *Nature*, 288, p. 574-576.

Gassin B., (1996) - *Evolution socio-économique dans le chasséen de la grotte de l'Eglise supérieure (Var). Apport de l'analyse fonctionnelle des industries lithiques*. Monographie du CRA, 17. CNRS Editions.

Gaudin L., (2004) - *Transformations spatio-temporellles de la végétation du nord-ouest de la France depuis la fin de la dernière glaciation. Reconstitutions paléo-paysagères*. Thèse Doctorat, Université de Rennes I, 763 p.

Gautier M , (1969) - Les sablières des environs de Pornic (Loire-Atlantique) et le pliocène du Pays de retz. *Norois*, 62, p. 155-175.

Gebhardt A., (1990) - *Evolution du paléopaysage agricole dans le nord-ouest de la France- - Apport de la micromorphologie*. Université de Rennes 1, 195 p.

G.E.E.M., (1969) - Epipaléolithique-Mésolithique, les microlithes géométriques. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 66, p. 355-366.

Ghesquière E. et Marcigny C., (1995) - Deux occupations du Néolithique ancien de l'Ouest du Pays de Caux (Seine-Maritime). *Revue archéologique de l'Ouest*, 12, p. 43-56.

Gigot P., Dupret, L. et Le Gall J., (1999) - *Carte géologique de la France 1/50 000, feuille Falaise (176)*. Orléans, B.R.G.M. Notice explicative par P. Gigot, L. Dupret, J. Le Gall (1999), 154 p.

Gil Sevillano J., (1997) - Lithic tool making by Amazonian palaeoindians - a case-study on materials selection. *Journal of Materials Science Letters*, 16, p. 465-468.

Giot P.-R., (1944) - Communication sur la répartition des stations paléolithiques en Bretagne. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 10-11-12, p. 154-155.

Giot P.-R., (1947) - Remarques sur le Paléolithique breton. *L'Anthropologie*, 51/5-6, p. 533-537.

Giot P.-R., (1952) - Le travail de la fibrolite en Armorique. *Bulletin de la Société Préhistoire Française*, tome 49, p. 395-398.

Giot P.-R., (1965) - Le problème européen des haches d'apparat en jadéitite et roches voisines. *In Atti del VI Congreso in ternazionale delle scienze prietoriche e protoriche*. UISPP, Roma, 1962, volume II, p. 281-286.

Giot P.-R., (1987) - *Barnenez-Carn-Guennoc*. Travaux du Laboratoire « Anthropologie-Préhistoire-Protohistoire-Quaternaire armoricain », Rennes, 2 vol.

Giot P.-R., (1998) - La vie au Néolithique. *In - Giot P.-R., Monnier J.-L. et L'Helgouach J.,. Préhistoire de la Bretagne*. Editions Ouest-France, p. 429-563.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Giot P.-R. et L'Helgouac'h J., (1956) -Fouilles du tertre funéraire de Notre-Dame-de-Lorette au Quillio (Côtes-du-Nord). *Annales de Bretagne*, LXII, p. 282-292.

Giot P.-R., Hallégouët, B. et Monnier J.-L., (1977) - Le Paléolithique supérieur du Pays du Léon (Finistère). Les gisements de Roc'h Toul, Parc ar Plenen (Guiclan), Enez Guennoc (Landéda) et La Forest-Landerneau. *L'Anthropologie,* t. 81, n°2, p. 201-234.

Giot P.-R., Marguerie D. et Morzadec H., (1994) - About the age of the oldest passage-graves in western Brittany. *Antiquity*, 68, p. 624-626.

Giot P.-R., Monnier J.-L. et L'Helgouac'h J., (1998) - *Préhistoire de la Bretagne*. Editions Ouest-France, 589 p.

Godard G., Chevalier M., Bouton P. et Moroux B., (1994) - Un fleuve yprésien du Berry à la Vendée, témoin de l 'évolution paléogéographique et tectonique du Centre-Ouest de la France au Cénozoïque. *Géologie de la France*, n°4, p. 35-56.

Godwin H., (1940) - Pollen analysis and Forest History of England and Walles. *New phytologist*, 39 (4), p. 370-400.

Goër de A. de Servelle, C. et Surmely F., (2002) - Les haches polies du site de Chastel-sur-Murat (Commune de Chastel-sur-Murat, Cantal, France). *Comptes Rendus Paleovol*, 1, p. 123-128.

Gogotsi G., Mudrik S. et Galenko V., (2007) - Evaluation of fracture resistance of ceramics- Egde fracture tests. *Ceramics International*, 33, p. 315-320.

Goré B. et Le Corre C., (1987) - Cinématique hercynienne du cisaillement nord-armoricain à la bordure du granite syntectonique de Saint Renan-Kersaint (Finistère) . *Bulletin de la Société Géologique de France*, 3 (5), 811-819.

Gouézin P., (1992) - La néolithisation du Morbihan intériueur - la nécropole de Coëby, commune de Trédion. Premiers résultats. *In* Le Roux C.-T. (éd.) *Paysans et bâtisseurs. L'émergence du néolithique atlantique et les origines du mégalithisme*. Actes du 17e colloque interrégional sur le Néolithique, Vannes, 29-31 Octobre 1990. Revue archéologique de l'Ouest, supplément n° 5, p. 63-70.

Goujou J.C., Debrand-Passard S., Hantzpergue P., Lebret P., Blouin J.P., Callier L., Chantraine J., Collet T. et Ror C., (1994) - *Notice explicative de la feuille Les sables-d'Olonne-Longeville 1/50 000*. Orléans, BRGM, 96 p.

Gouletquer P., (1970) - *Rapport concernant la fouille du site Mésolithique de Ty Nancien (Plovan, Finistère)*. 6 p.

Gouletquer P., (1973) - Découverte d'une nouvelle industrie lithique en Bretagne Occidentale. *In* Kozlowski S. K. (dir.) *The Mesolithic in Europe*. Warsaw University Press, Warsaw.

Gouletquer P. et Léopold P., (1991) - Etat provisoire d'une prospection de longue durée - le site Mésolithique de Quillien (Le Cloître-Saint-Thégonnec, Finistère). *Revue archéologique de l'Ouest*, n° 13, p. 5-30.

Gouletquer P. et Léopold P., (1994) - Autopsie d'un site Mésolithique. Le Clos (Plourin-lès-Morlaix, Finistère). *Revue archéologique de l'Ouest*, n°11, p. 31-51.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Gouletquer P., Kayser O., Le Goffic M., Marchand G. et Moullec J.-M., (1996) - Où sont passés les Mésolithiques côtiers bretons ? Bilan 1985-1995 des prospections de surface dans le Finistère. *Revue archéologique de l'Ouest*, 13, p. 5-30.

Gouletquer P., Kayser O., Le Goffic M. et Marchand G., (1997) - Eléments pour une esquisse géographique du Mésolithique de la Bretagne Occidentale. *In, J.-P. Fagnart et A. Thévenin (dir.), Le Tardiglaciaire en Europe du Nord-Ouest.* Actes du 119ème Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, 1994, Pré et Protohistoire. Editions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 293-307.

Gouraud G., Dugast C., Jauneau J.-M. et Ricoulleau J.-I., (1990) - Trois nouveaux sites à microlithes à Beaufou (Vendée). *Groupe Vendéen d'Etudes Préhistoriques*, n° 23, p. 6-29.

Gouraud G., Dugast C., Jauneau J.-M. et Vincent E.-M., (1991) - Les industries de la Merlière au Piré-sur-Vie. *Groupe Vendéen d'Etudes Préhistoriques*, n° 26, p. 8-37.

Gouraud G. et Le Goffic M., (1998) – L'importance du gîte montbertain sur l'approvisionnement et la diffusion de la roche clivable dans la Préhistoire régionale. *Société Nantaise de Préhistoire*, n° 21, p. 20-27.

Graindor M.-J., (1955/57) - *Le Briovérien au sud du Massif Armoricain*. Thèse Caen, 211 p.

Graindor M.-J., Roblot M.-M., Robardet M., Poncet J., Lorenz Cl., Lemarchand R., (1976) - *Carte géologique de la France 1/50 000, feuille Bricquebec (92-93)*. Orléans, BRGM. Notice explicative par Graindor et *al.*, 1976, 300 p.

Grant J. A., (1986) - The Isocon Diagram. A simple solution to Gresen's equation for métasomatisme alteration. *Economic Geology*, volume 81, p. 1976-1982.

Grant J. A., (2005) - Isocon analysis. A brief review of the method and applications. *Physics and Chemistry of the earth*, 30, p. 997-1004.

Graviou P., Peucat J. J., Auvray B. et Vidal P., (1988) - The Cadomian Orogeny in the Northern Armorican Massif- petrological and geochronological constraints on a geodynamic model. *Hercynica*, 4 (1), 1-13.

Grolier J., Fernandez A., Hucher M. et Riss J., (1991) - *Les propriétés physiques des roches. Théories et modèles*. Masson, 462 p.

Grossouvre A. De, (1898) - Note sur les grès à sabalites. *Association Française pour l'Avancement des Sciences*, Comptes Rendus Session de Nantes, p. 337-339.

Grousset F., (2001) - Les changements abrupts du climat depuis 60 000 ans. *Quaternaire*, 12, 4, p. 203-211.

Gruet Y., Bernier P., Méon H. et Margerel J.-P., (1992) - Une vasière intertidale du subboréale en l'île de Noirmoutier (Vendée, France). *Quaternaire*, 3 (1), p. 23-30.

Guilcher A., (1948) - *Le relief de la Bretagne méridionale de la Baie de la Baie de Douarnenez à la Vilaine*. Thèse Doctorat, Potier édit., La Roche-sur-Yon, 682 p.

Guilcher A., (1969) - Pleistocene and Holocene sea-level changes. *Earth Science Review*, 5, p. 69-98.

Guilcher A., (1982) - Remarques sur l'Age des cordons de galets anciens de la Baie d'Audierne. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire*, volume 4, p. 205-206.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Guilcher A. et Hallégouët B., (1981) - Le haut cordon de galets pléistocène de Ruvien en Plovan (Finistère) et ses renseignements généraux. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire*, volume 188, p. 78-82.
Guin J.-P., (2001) – *Comportement mécanique des verres inorganiques du plus fragile au plus tenace*. Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1, 120 p.

Gumiaux C., (2003) - *Modélisation du Cisaillement Hercynien de Bretagne centrale- Déformation Crustale et Implications Lithosphériques*. Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1, 278 p.

Guyodo J.-N., (2000) - L'atelier de débitage de Guernic (Saint-Pierre-Quiberon, Morbihan)- résultats des campagnes 1998-1999. *Bulletin de l'AMARAI*, n° 13, p. 43-64.

Guyodo J.-N., (2001) - *Les assemblages lithiques des groupes néolithiques sur le Massif Armoricain et ses marges*. Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1.

Guyodo J.-N., (2002) - Acquisition et circulation des matières premières au Néolithique dans l'Ouest de la France. *In Les matières premières lithiques en Préhistoire*. Table ronde d'Aurillac (Cantal), du 20 au 22 juin 2002. p. 185-197.

Guyodo J.-N. et Rousseau J., (1997) - L'industrie lithique du site Néolithique des Caltières (commune d'Olonne-sur-Mer, Vendée). *Revue Archéologique de l'Ouest*, n° 14, p. 5-16.

Guyodo J.-N., Rousseau J. et Tessier M., (2000) - L'habitat néolithique de la Mainguinière à Saint-Michel-Chef-Chef (Loire-atlantique). *Internéo 3,* Paris, p. 73-84.

Guyodo J.-N. et Marchand G., (2005) - La percussion bipolaire sur enclume dans l'Ouest de la France de la fin du Paléolithique au chalcolithique- une lecture économique et sociale. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 102, n°3, p. 539-549.

Hallégouët B., (1990) - Les dépôts pléistocènes marins de la côte méridionale du Finistère. *In La Bretagne et l'Europe préhistorique. Mémoire en hommage à P. R.. Giot*. Revue archéologique de l'Ouest, supplément n°2, p. 45-51.

Hallégouët B., Monnier J.L. et Morzadec-Kerfourn M. T., (1980) - Stratigraphie du Pléistocène de Bretagne. *In* J. Chaline (dir.) *Problèmes de stratigraphie quaternaire en France et dans les pays limitrophes*, Supplément au Bulletin de l'A.F.E.Q., N. S. (1), p. 211-225.

Hallégouët B. et Van Vliet-Lanoë B., (1989) - Héritages glaciels sur les côtes du Massif armoricain, France. *Géographie physique et Quaternaire*, volume 43, n° 2, p. 223-232.

Hamon N.-G., (2003) - *Les productions céramiques au Néolithique ancien et moyen dans le Nord-Ouest de la France*. Thèse de Doctorat. Université de Rennes 1, 329 p.

Hamon T., Irribaria R., Rialland Y. et Verjux C., (1997) – Le groupe de Chambon à la lumière des découvertes récentes en région Centre. *In* Constantin C., Mordant D. et Simonin D. (dir.) *La culture de Cerny. Nouvelle économie, nouvelle société au Néolithique*. Actes du colloque international de Nemours 1994. Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France, n° 6, p. 195-217.

Hanmer S. K., (1976) - Age and tectonic implications of the Baie d'Audierne basic-ultrabasic complex. *Nature*, 270, p. 336-338.

Hassan F.A., (1981) - *Demographic archaeology*. New York.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Heinz C., (1999) - Les transformations du paysage végétal pyrénéen au cours de l'Epipaléolithique et du Mésolithique. *In L'Europe des derniers chasseurs-cueilleurs - Epipaléolithique et Mésolithique*. Actes du 5ème colloque UISPP, 1995, Editions CTHS, p. 115-123.

Henry D. O., Haynes C. V. et Bradley B., (1976) - Quantitative variations in flaked stone debitage. *Plains Anthropologist*, 21, p. 57-61.

Herbaut F., (2001) - *La parure néolithique dans l'Ouest de la France*. Thèse de doctorat. Université de Nantes, 2 volumes, multigraphié.

Herbaut F. et Pailler Y., (2000) - Les anneaux en Pierre dans le Massif armoricain. *In* S. Cassen (dir.), *Eléments d'architecture*. Association des Publications Chauvinoises, mémoire XIX, p. 353-385.

Hinguant S. et Laporte L., (1997) - L'occupation Néolithique final de La Barrais à Saint-Sauveur-des-Landes (Ille-et-Vilaine). *Revue Archéologique de l'Ouest*, n° 14, p. 17-26.

Huet B., (2006) - *De l'influence des matières premières lithiques sur les comportements techno-économiques au Paléolithique moyen - l'exemple du Massif armoricain (France)*. Thèse de doctorat, université de Rennes 1, 523 p.

Huntley B. et Prentice I., C., (1993) - Europe. *In* H. E. Wright et al. (eds.) *Global Climates Since the Last Glacial maximum*. University of Minesota Press, USA, p. 136-168.

Ihuel E., (2004) - La diffusion du silex du Grand-Pressigny dans le Massif armoricain au néolithique. *Bulletin de l'Association des Amis du Musée du Grand-Pressigny*, suppl. n° 2. Collection Documents préhistoriques n° 18 – Comité des Travaux Historiques et Scientifiques. 202 p.

Irribarria R., (1995) – Le Néolithique moyen I de la Loire moyenne. Nouvelles données. *In* Billard C. (dir.) *Actes du 20ème Colloque interrégional sur le Néolithique*, Evreux 1993. Revue archéologique de l'Ouest, supplément n° 7, p. 65-73.

Irribaria R., (1996) - Groupe de Chambon – Cerny-sud d'après les fouilles de Muides-sur-Loire (Loir-et-Cher). *In La Bourgogne entre les bassins rhénan, rhodanien et parisien : carrefour ou frontière ?* Actes du XVIIème colloque interrégional sur le Néolithique, Dijon, Octobre 1991. Revue Archéologique de l'Est, supplément n° 14, p. 375-382.

Irribaria R., (1997) – Comparaison céramologique du Cerny et du Chambon. *In* Constantin C., Mordant D. et Simonin D. (dir.) La culture du Cerny. *Nouvelle économie, nouvelle société au Néolithique*. Actes du colloque international de Nemours 1994. Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France, n° 6, p. 219-238.

Irwin G. R., (1957) – Analysis of stresses and strains near the end of a crack traversing a plate. *Journal of Applied Mechanics*, n° 9, p. 361-364.

Jégouzo P., (1980) - The South Armorican Shear Zone. *Journal of Structural Geology*, 2 (1-2), p. 39-47.

Jégouzo P. et Rosello E. A., (1988) - La Branche Nord du Cisaillement Sud-Armoricain (France)- un essai d'évaluation du déplacement par l'analyse des mylonites. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, tome 307, Série II, p. 1825-1831.

Jeunesse C., (1986) - Rapport avec le Néolithique ancien d'Alsace de la céramique « danubienne » de la Hoguette (à Fontenay-le-Marmion, Calvados). *Revue Archéologique de l'Ouest*, Actes du 10e colloque interrégional sur le Néolithique, Caen 1983, supplément. n° 1, p. 41-50.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Jochim M.A., (1979) - « Catches and caches » - ethnographic alternatives for prehistory. *In* Kramer C. (ed.), New York. *Ethnoarchaeology*, 219, p. 219-246.

Joly C. et Visset L., (2005) - Nouveaux elements d'anthropisation sur le littoral vendéen dès la fin du Mésolithique. *Comptes Rendus Palevol* 4.

Josselin J., Marchand G., Pailler Y., Moalic L., Hamon G. et Leroy A. (2003) - Kerliézoc en Plouvien (Finistère). Regards croisés sur un habitat du Mésolithique final. *Revue Archéologique de l'Ouest*, 20, p. 53-85.

Joussaume R., (1981) - *Le Néolithique de l'Aunis et du Poitou occidental dans son cadre atlantique*. Travaux du Laboratoire d'anthropologie-préhistoire-protohistoire et quaternaire armoricains, Université de rennes 1, 1 volume, p. 1-625.

Joussaume R., (1986) - La néolithisation du centre-Ouest. *In* Demoule J. P. et Guilaine J. (dir.), *Le néolithique de la France*. Picard, Paris, p. 161-179.

Joussaume R., Jauneau J.-M., Boiral M., Robin F. et Gachina J., (1979) – Néolithique ancien du Centre-Ouest. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 76, n° 6, p. 178-183.

Joussaume R., Boiral, M. et Ters, M., (1986) - Sites préhistoriques submergés à la Tranche-sur-Mer (Vendée). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 83, p. 423-435.

Kayser O., (1991a) - L'Epipaléolithique et le Mésolithique en Bretagne. *In* Mohen J.-P. (dir.). *Le Temps de la Préhistoire*. S.P.F./Edition Archéologia, Paris, volume 1, p. 350-352.

Kayser O., (1991b) - Le Mésolithique breton - un état des connaissances en 1988. *In Mésolithique et néolithisation en France et dans les régions limitrophes*. Actes du 113ème Congrès national des Sociétés savantes, Strasbourg 1988, Paris, Editions du Comité des travaux historiques et scientifiques, p. 197-211.

Kayser O., (1992) - Les Industries lithiques de la fin du Mésolithique en Armorique. *In Paysans et Bâtisseurs. L'émergence du Néolithique atlantique et les origines du Mégalithisme*. Actes du 17ème colloque interrégional sur le Néolithique, vannes, 29-31 octobre 1990. Revue Archéologique de l'Ouest, supplément n° 5, p. 117-124.

Kayser O. et Bernier G., (1988) - Nouveaux objets décorés du Mésolithique armoricain. Bulletin de la société Préhistorique Française, tome 85, p ; 45-47.

Kayser O. et Blanchet S., (1999) - Le Bilou (Feunteun Dost) – Le Conquet (Finistère). Rapport de sondage, Service régional de l'Archéologie. Région Bretagne. Inédit.

Kayser O., Le Goff, J. C. et Roué D., (1990) - Le site Mésolithique de Toul-an-Nouac'h (Plougoulm, Finistère). *Revue archéologique de l'Ouest*, n° 7, p. 23-29.

Keene J. B., et Kastner M., (1974) - Clays of deep-sea chert. *Nature*, n° 249, p. 754-755.

Kerrich R., Allisson I., Barnett R., P., Moss S. et Starkey J., (1980) - Contribution to Mineralogy and Petrology. p. 221-242.

Kervarec G., (2002) - *Caractérisation mécanique de roches paléolithiques*. Rapport de stage, Université de Nantes-IUT Mesures Physiques de Saint-Nazaire, 49 p.

Kimball M. J., (2006) - Common pools and private tools ? Mobility and economy during Ireland's Later Mesolithic. *Journal of Anthropological Archaeology*, 25, p. 239-247.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Klassen L., (2000) - Watreborne Exchange and Late Ertebølle Social Structure. *In* Schutz des Kulturerbens unter Wasser. *Veränderungen europäischer Lebenskultur durch Fluß- und Seehandel*. Beiträge zum Internationalen Kongreß für Unterwasserarchâologie, Ikuwa, p. 43-51.

Klassen L., (2001) - Frühes Kupfer in Norden. Untersuchungen zu Chronologie, Herkunft und Bedentung der Kupferfunde der Nordgruppe der Trichterbecherkultur. *Jutland Archaeological Society*, 366, Aarhus, Aarhus University Press.

Kuntz G., Ménillet F., Le Gall J., Rioult M., Callier L., Pellerin J., De La Querrière P., Vautrelle C. et Verron G., (1989) - Notice explicative, carte géologique de la France 1/50 000, Feuille Argentan (212)- Orléans, B.R.G.M., 99 p.

Lahousse R., (1984) - Le Néolithique tardif à Guillerval (Essonne). *Bulletin de la Société Historique et Archéologique du Canton de Méréville*, 7.

Laignel B. et Meyer R., (2000) - La désilicification des silex des formations résiduelles à silex de l'ouest du Bassin de Paris. *Bulletin de la Société Géologique de France*, tome 1771, n° 5, p. 569-576.

Lancelot Y., (1973) - *Chert and silica diagenesis in sediments from the central Pacific*. Initial Reports of Deep Sea Drilling Project, n° 17, p. 377-405.

Laporte L., (1997) - Le néolithique ancien du centre-ouest de la France. *In* Rodriguez Casal, A. (Ed.), *O Neolitico atlantico e as orixes do megalitismo*. Univeridade de Santiago de compostella. p. 257-278.

Laporte L., (2002) - Les occupations néolithiques du vallon des Ouchettes (Plassay, Charente-Maritime). *Gallia Préhistoire*, Paris.

Laporte L., (2005) – Néolithisations de la façade atlantique du Centre-Ouest et de l'Ouest de la France. *In* Marchand G. et Tresset A. (dir.) *Unité et diversité des processus de néolithisation sur la façade atlantique de l'Europe (6e-4e millénaires avant J.-C.)*.Actes de la Table Ronde de Nantes 26-27 Avril 2002. Mémoires XXXVI de la Société Préhistorique Française, p. 99-125.

Laporte L., Marchand G., Sellami, F., Oberlin C. et Bridault A., (2000) - Les occupations mésolithiques et du Néolithique ancien sur le site de la Grange à Surgères (Charente-Maritime). *Revue Archéologique de l'Ouest*, 17, p. 101-142.

Laporte L., Picq Cammas C., Marambat L., Gruet Y., Genre C., Marchand G., Fabre L. et Oberlin C., (2002) - Les occupations néolithiques du vallon des Ouchettes (Plassay, Charente-Maritime). *Gallia-Préhistoire*, 44, p. 1-120.

Lawn B. R. et Marshall D. B., (1978) - *Contact fracture and Strength Degradation in Ceramics*. Plenum Press, New York, 3, p. 205.

Lawn B. R., Evans A. G. and Marshall D. B., (1980) – Elastic/plastic indentation damage in ceramics: the median/radial crack system. *Journal of American Ceramic Society*, 63, 9-10, p. 574-581.

Le Corre C., Auvray B., Ballevre M. et Robardet M., (1991) - Le Massif Armoricain. *Science Geology Bulletin*, 44 (1-2), 31-103.

Le Gall A., (1973) - Les plages anciennes de la Presqu'île du Cap de la Chèvre. *Pen-ar-Bed*, n° 73, volume 9, p. 95-103.

Le Goffic M., (1994) - Le mésolithique du Drennec en Commana, Finistère. *Revue Archéologique de l'Ouest*, 11, p. 5-17.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Le Roux C. T., (1992) - Cornes de pierre. *Revue Archéologique de l'Ouest*, supplément 5, p. 237-244.

Le Roux C. T., (1999) - *L'outillage de pierre polie en métadolérite du type A. Les ateliers de Plussulien (Côtes-d'Armor) ; production et diffusion au Néolithique dans la France de l'ouest et au delà*. Travaux du laboratoire « Anthropologie, Préhistoire, Protohistoire et Quaternaire armoricains », 43, université de Rennes 1, 244 p.

Le Roux C. T., (2002) - Plussulien et la diffusion des haches polies armoricaines . *In* Guilaine J. (dir.) *Matériaux, productions, circulations du Néolithique à l'Age du Bronze*. Séminaire du Collège de France, Editions Errance, p. 101-112.

Le Roux C. T. et Giot P.-R., (1965) - Etude pétrographique des haches polies de Bretagne. VI, découverte des ateliers de la dolérite de type A. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 62, p. 143-160.

Le Roux C. T. et Lecerf Y., (1971) - Découverte d'anneaux disques à Gévezé (Ille-et-Vilaine). *Annales de Bretagne*, 78, p. 13-23.

Le Rouzic Z., (1913) - Croh-Collé. *Bulletin de la Société Polymatique du Morbihan*, Vannes, 1913.

Le Rouzic Z., (1930) - *Les cromlechs de Er-Lannic, commune d'Arzon, de 1923 à 1926*. Lafolye et de Lamarzelle, Vannes, 42 p., 20 pl.

Le Rouzic Z., (1933) - Morphologie et Chronologie des sépultures préhistoriques du Morbihan. *L'Anthropologie*, tome 44, p ; 486-508.

Lefèvre P., (2000) - Le site de Flammanville-Centrale EDF. *In* E. Ghesquière, P. Lefèvre, C. Marcigny et B. Souffi (dir.) *Le Mésolithique moyen du nord-Cotentin, Basse-Normandie, France*. British Archaeological Reports International Series, 856, p. 164-200.

Lefort J.P., (1975) - *Le Socle péri-armoricain. Etude géologique et géophysique du socle submergé à l'Ouest de la France*. Thèse d'Etat, Université de Rennes, 217 p.

Lericolais G., (1997) - *Evolution du fleuve Manche depuis l'Oligocène - stratigraphie et géomorphologie d'une plate-forme en régime périglaciaire*. Thèse de l'Université de Bordeaux I, 265 p.

L'Helgouac'h J., (1965) - *Les sépultures mégalithiques en Armorique*. Thèse de doctorat l'université de Rennes, 330 p. 116 fig.

L'Helgouac'h J., (1980) - Le site mégalithique de l'Isle Briand au Lion d'Angers (Maine-et-Loire). *In Etudes sur le Néolithique de la région Centre.* Actes du colloque interrégional de Saint-Amand-Montrond (Cher), 1980, p. 32-40.

L'Helgouac'h J., (1988) - Le site néolithique final à fossés interrompus des Prises à Machecoul, Loire-atlantique. *Enclosures and Defences in the Neolithic of Western Europe.* British Archaeological Reports, International Series (403), p. 265-313.

L'Helgouac'h J. et Le Roux C.-T., (1965) - La sépulture mégalithique à entrée latérale du Champ-Grosset à Quessoy (Côtes-du-Nord). *Annales de Bretagne*, n°72, p. 5-31.

L'Helgouac'h J., Visset L., Sellier D., Péridy P. et Bernard J., (2001) - L'occupation humaine autour de l'estuaire de la Loire du VIème au IIIème millénaire dans son cadre géomorphologique et paléoenvironnemental. *Revue archéologique de l'Ouest*, supplément n° 9, p. 9-34.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Lichardus J., Lichardus-Itten M., Bailloud G. et Cauvin J., (1985) - *La Protohistoire de l'Europe. Le Néolithique et Chalcolithique*. Presses Universitaires de France, Paris, 640 p.

Louail J., (1981) - *La transgression crétacée au Sud du Massif armoricain. Cénomanien de l'Anjou et du poitou. Crétacé supérieur de Vendée. Etude stratigraphique, sédimentologique et minéralogique*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Rennes, 456 p., 20 pl.

Lubell D., Jackes M., Schwarcz H., Hnyf M. et Meiklejohn C., (1994) - The Mesolithic-Neolithic transition in Portugal - isotopic and dental evidence of diet. *Journal of Archaeological Science*, 21, p. 201-216.

Lumley De H., (1969) - Le Paléolithique inférieur et moyen du midi méditerranéen dans son cadre géologique. *Gallia Préhistoire*, supplément 5, volume 2, C.N.R.S.

Luttrop A., et Bozinsky G., (1971) - Der altsteinzeitliche Fundplatz Reutersruh, bei Zeigenhain in Hessen, Fund. Rei. A, Band 6.

Magny M., (1995) - *Une histoire du climat - des derniers mammouths au siècle de l'automobile*. Editions Errance, Collection des Hespérides, 173 p.

Maliva R., G. et Siever R., (1988) - Pre-Cenozoic nodular cherts - evidence for Opal-CT precursors and direct quartz replacement. *American Journal of Science*, 288, p. 789-809.

Mallet N., (1992) - Le Grand-Pressigny – ses relations avec la Civilisation Saône-Rhône. *Supplément au Bulletin de la société des Amis du Musée du Grand-Pressigny*, 2 volumes, 218 p., 123 pl.

Mallet N., Pelegrin J. et Reduron-Bellinger M., (1994) - Sur deux dépôts de lames pressigniennes - Moigny et Boutigny (Essonne). *Bulletin des Amis du Musée du Grand-Pressigny*, n° 45, p. 25-37.

Mallet N., Richard Guy, Genty P. et Verjux C., (2004) - La diffusion des silex du Grand-Pressigny dans le Bassin Parisien. *In* Vander Linder M. et Salanova L. (dir) *Le troisième millénaire dans le nord de la France et en Belgique.* Mémoire de la Société Préhistorique Française XXXV. *Anthropologica et Praehistorica*, 115, p. 123-138.

Manen C., (1997) - L'axe rhodano-jurassien dans le problème des relations des relations sud-nord au Néolithique ancien. *British Archaeological Reports*, International Series n° 665, 103 p., 137 fig.

Manen C., (2002) – Structure et identité des styles céramiques du Néolithique ancien entre Rhône et Ebre. *Gallia Préhistoire*, 44, p. 121-165.

Manen C., Marchand G. et Carvalho F. A., (2005) - Le Néolithique ancien de la Péninsule Ibérique - vers une nouvelle evaluation du mirage africain. *In Congrès Préhistorique de France, Avignon, 20-24 septembre 2004.*

Mangerud J., Andersen S. T., Berglund B., E. et Donner J J., (1974) - Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. Boreas, 3, p. 109-128.

Marchand D., Bouiller R., Burg,J.-P. et Cornen G., (1989) - *Carte géologique de la France au 11/50 000, feuille Langeac*. Editions BRGM, Orléans.

Marchand G., (1994) - L'industrie lithique du site Mésolithique récent de Pors-Bali (Commune de Moëlan-sur-Mer, Finistère). *Revue archéologique de l'Ouest*, 11, p. 19-30.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Marchand G., (1999) - La Néolithisation de l'Ouest de la France - Caractérisation des industries lithiques. *British Archaeological Reports*, 748, International Series, 641p.

Marchand G., (2000a) - Facteurs de variabilité des systèmes techniques lithiques au Mésolithique récent et final dans l'Ouest de la France. *In* Crotti P. *Meso 97. Table –ronde sur l'Epipaléolithique et le Mésolithique*, Lausanne, p. 37-48.

Marchand G., (2000b) - La néolithisation de l'Ouest de la France - aires culturelles et transferts techniques dans l'industrie. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 97, n° 3, p. 377-403.

Marchand G., (2001a) - Les traditions techniques du Mésolithique final dans le sud du Portugal - les industries des amas coquilliers de Várzea da Mó et de Cabeço do Rebolador (fouilles M. Heleno). *Revisita Portuguesa de Arqueologia*, volume 4, n° 2, p. 47-110.

Marchand G., (2001b) - La néolithisation de l'Europe atlantique - mutations des systèmes techniques en France et au Portugal. *Annales de la Fondation Fyssen*, n° 16, 115-123.

Marchand G., (2003) - Les niveaux coquilliers du Mésolithique en Bretagne - fonctionnement des habitats côtiers et intégration territoriale. *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes*, tome 12, p. 209-219.

Marchand G., (2005a) - Contacts, blocages et filiations entre les aires culturelles mésolithiques et néolithiques en Europe atlantique. *L'anthropologie*, 109, p. 541-556.

Marchand G., (2005b) - Le Mésolithique final en Bretagne - une combinaison des faits archéologiques. *In* Marchand G. et Tresset A. (dir.) *Unité et diversité des processus de néolithisation sur la façade atlantique de l'Europe (6e-4e millénaires anant J.-C.).* Actes de la Table Ronde de Nantes 26-27 avril 2002. Mémoires XXXVI de la Société Préhistorique Française, p. 67-86.

Marchand G. et Tresset A., (2004) - Derniers chasseurs-cueilleurs et premiers agriculteurs sur la façade atlantique de l'Europe. *In* Guilaine J. (dir.) *Aux marges des grands foyers du néolithique ; périphéries débitrices ou créatrices ?* Séminaire du Collège de France, p. 257-280.

Marchand G. et Manen C., (2006) - Le rôle du Néolithique ancien méditerranéen dans la néolithisation de l'Europe atlantique. *In 6e Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, Périgueux, 2004*. Coédition ADRAHP-PSO, p. 213-232.

Marchand G., Pailler Y. et Tournay G., (2006) - Carrément à l'Ouest ! Indices du Villeneuve-Saint-Germain au centre de la Bretagne (Le Dillien à Cléguérec et Bellevue à Neulliac ; Morbihan). *Bulletin de la Société préhistorique française*, tome 103, n° 3, p. 519-533.

Marchand G., Michel S., Sellami F., Bertin F., Blanchet F., Crowch A., Dumarçay G., Fouéré P., Quesnel, L. et Tsobgou A. R., (2007) - Un habitat de la fin du Mésolithique dans le Centre-Ouest de la France - l'Essart à Poitiers (Vienne). *L'Anthropologie*, 111, p. 10-38.

Marchand G. et Tsobgou A. R., (2007) – Comprendre la diffusion des roches au mésolithique en Bretagne :analyse structurale des matériaux et variabilité technique. Revue d'Archéométrie, 31, p. 113-125.

Marguerie D., (2000) - Végétation néolithique sous impact anthropique en Morbihan et dans le reste de la Bretagne. *In* S. Cassen (dir.) *Eléments d'architecture - exploration d'un tertre funéraire à Lannec-er-Gadouer (Erdeven, Morbihan).* Association des publications Chauvinoises, Mémoire XIX, p. 563-566.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Marguerie D. et Marcoux N., (2000) - *Etude palynologique - La tourbière de Langazel*. Rapport d'étude UMR 6566, 100 p.

Marquer, D., (1987) - *Transfert de matière et déformation progressive des granitoïdes - Exemple des Massifs de l'Aar et du Gothard (Alpes centrales suisses)*. Mémoires et Documents du Centre Armoricain d'étude structurale des Socles, 10, 287 p.

Marshall D. B., Lawn B. R. and Evans A. G., (1982) – Elastic/plastic indentation damage in ceramics : the lateral crack system. *Journal of Armerican Ceramic Society*, 65, 11, p. 561-566.

Martin J.-M., Martinez R. et Prost D., (1996) - Le site chalcolithique de Bettencourt-Saint-Ouen (Somme*). Internéo*, 1, p. 141-168.

Masson A., (1981) - *Pétroarchéologie des roches siliceuses. Intérêt en Préhistoire*. Thèse de troisième cycle, Université de Lyon I, 111 p.

Mattaboni et Schreiber E., (1967) - Method of pulse transmission measurements for determining sound velocities. *Journal of Geophysical Research*, 72, p. 560.

McCormick N. J., (1991) - *A Method for Thoughness Testing*. Crown Copy-right, Nottingham, England.

McCormick N. J., (1992) - Edge flaking as a measure of material performance. *Metals and materials*, p. 154-156.

Mccormick N. J. et Almond E. A., (1990) - Constant-geometry edge-flaking of brittle materials. *Journal of Hard Materials*, tome 1 (1), p. 25-51.

Mc Carthy A., Finlay N. et Mc Clean O., (1999) - Marine molluscan Remains. *In* P. C. Woodman, E. Anderson and N. Finlay (eds.)*, Excavations at Ferriter's Cove, 1983-95 - last foragers, first farmers in the Dingle Peninsula*. Wordweil, p. 93-102.

Mellars P., (1978) - Excavations and economic analysis of mesolithic shell middens on the Island of Oronsay (Inner hebrides). *In* P. Mellars (ed.), *The early Postglacial Settlement of Northern Europe, An Ecological Perspective*. London, Duckworth, p. 371-396.

Menillet F., Gerard J., Rioult M., Callier L., Kuntz G., Rioult M., Pellerin J. et Verron G., (1987) - Carte géologique de France 1/50 000, feuille Argentan (212)- Orléans B.R.G.M.

Mewhinney H., (1964) - A skeptic views the billet flake. *American Antiquity*, 30, p. 203-205.

Michel D., (1970) - Une nouvelle station préhistorique au lieu-dit "La Houe", commune de Montfarville (Manche)… Mémoire de la Société nationale des Sciences Naturelles et Mathémathiques de Cherbourg, tome 54, p. 9-73.

Milon Y., (1928) - *Recherches sur les calcaires paléozoïques et le Briovérien de Bretagne*. Thèse, 143 p.

Milon Y. (1929) - Existence d'une formation marine éocène dans la dépression de Toulven (Finistère). *Comptes rendus de l'Académie des Science*, Paris, tome 188, p. 1261-1262.

Molinès N., Querré G., Monnier J.-L., Dabard M. P., Estéoule-Choux J., Brault N., Rouxel T. et Sangleboeuf J.-C., (2003) - Caractérisation géologique, pétrographique et propriétés mécaniques des "grès lustrés" et autres "quartzarénites" dans le Massif armoricain au Paléolithique inférieur et moyen.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Réflexion sur la notion de matériaux de substitution. *Préhistoire du Sud-Ouest*, supplément n° 5, p. 217-225.

Monnier J.-L., (1975) - Mise en évidence d'une stratigraphie remarquable dans le gisement paléolithique de Kervouster en Guengat (Finistère). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 280, D, p. 1341-1343.

Monnier J.-L., (1980) - *Le Paléolithique de la Bretagne dans son cadre géologique*. Thèse de Doctorat Rennes. Travaux du Laboratoire « Anthropologie, Préhistoire, Protohistoire, Quaternaire armoricains ». Université de Rennes.

Monnier J.-L. et Morzadec-Kerfourn M.-T., (1982) - Formations périglaciaires et formations marines. Stratigraphie des sols, Biostratigraphie et Industries du Pléïstocène du littoral breton. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, n° 4, p. 185-194.

Moreau J., (1983) – Découverte de céramique à décor cardial du site de la Balise, plage de l'Amélie, commune de Soulac/mer (Gironde). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 80, n° 1, p. 14.

Morzadec-Kerfourn M.-T., (1973) - Le quaternaire du Massif Armoricain. *Annales scientifiques de l'université de Besançon, géologie*, 3ème série, 21, p. 75-80.

Morzadec-Kerfourn M.-T., (1974) - Variations de la ligne de rivage armoricaine au Quaternaire. Analyses polliniques de dépôts organiques littoraux. *Mémoires de la Société géologique et minéralogique de Bretagne*, n° 17, 208 p.

Moullec J.-M., (1986) - *Etude des territoires archéologiques des communes de Berrien, Brennilis, La Feuillée, Le Huelgoat, Locmaria-Berrien, Plouyé*. Mémoire DEA, Université de Bretagne Occidentale, inédit.

Mounès J., (1974) - *Le Marais breton et ses marges. Etude de géomorphologie et de sédimentologie*. Thèse de 3ème cycle, Université de Nantes, Lettres, 2 volumes, 425 p.

Moushine S., (1994) - *Processus de la silicification sédimentaire - Modèle du Turonien de Touraine*. Thèse de troisième cycle, Muséum national d'Histoires Naturelles de Paris, 137p.

Mukhopadhyay A. et Chanda S. K., (1972) - Silica diagenesis in the banded hematite jasper and bedded chert associated with the iron ore group of Janda-Koira Valley, Orissa, India. *Sedimentary Geology*, 6, 2, p. 113-135.

Nicolas A., (1972) - Was the Hercynian orogenic belt of Europe of the Andrean type? *Nature*, 236, p. 131-132.

Norroy M.M., (1969) - *La Graou, accumulation de galets en la commune de Saint-Pol-de-Léon*. Mémoire Maîtrise Géographie, université de Brest, 92 p.

Nouel A., Dauvois M., Bailloud G., Riquet R., Poulain T., Planchais N. et Horemans P., (1965) - L'ossuaire néolithique d'Eteauville commune de Lutz-en-Dunois (Eure et-Loir*). Bulletin de la Société Préhistorique française*, tome 62, p. 576-648.

Ougerram A., (2002) - *Histoire de la vallée de l'Erdre (affluent de la Loire, Massif armoricain, France) de la fin du Tardiglaciaire aux époques actuelles*. Thèse de doctorat, Université de Moulay Ismaïl de Meknès (Maroc). Editions Groupe d'Etude des Milieux Naturels, 121p.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Pailler Y., (2004) - *Des dernières industries à trapèzes à l'affirmation du Néolithique en Bretagne occidentale (5500-3500 av. J.-C.)*. Thèse de doctorat, université de Bretagne Occidentale, 2 volumes, 417 p.

Pailler Y. et Sparfel Y., (2002) - Le patrimoine archéologique de l'archipel de Molène - nouvelle approche. *Penn ar Bed*, 182, p. 13-26.

Paris F. et Robardet M., (1994) - The Variscan – Paleogeographic Synthesis. *In* J. D. Keppie (dir.) *Pre-Mesozoic Geology in France*. Springer-Verlag, Berlin. 173-176.

Pelcin A., (1997) - The effect of Indentor Type on Flake Attributes - Evidence from a Controlled Experiment. *Journal of Archaeological Science*, 24, p. 613-621.

Pélegrin, J., (1991) - Sur une recherche espérimentale des techniques du débitage laminaire. *In Archéologie aujourd'hui. Actes du Colloque International "Expérimentation en archéologie - bilan et perspectives" (Archéodrome de Beaune)*, tome 2, p. 118-128.

Pélegrin J., (1997) - Nouvelles observations sur le dépôt de la Creusette (Barrou, Indre-et-Loire). *Bulletin des Amis du Musée du Grand-Pressigny*, n° 48, p. 19-34.

Pélegrin J., (2000) - Les techniques de débitage laminaire au Tardiglaciare- critères de diagnose et quelques réflexions. *In* B. Valentin , P. Bodu et M. Christensen (dir.) *L'Europe centrale et septentrionale. Actes Table-ronde internationale de Nemours, 14-16 mai 1997.* Mémoires du musée de Préhistoire d'Ile-de-France, n°7, p. 73-86.

Pelhate A., (1994) - The Variscan – Carboniferous of the Armorican Massif. *In* J. D. Keppie *Mesozoic Geology in France*. Springer-Verlag, Berlin. p. 162-168.

Pellerin, J., (1967) - *La Campagne de Caen ; plateaux jurassiques et bordure du massif ancien*. Thèse 3e cycle, université de Caen, 343 p.

Péquart M., Péquart S.-J., Boulé M. et Vallois H., (1937) - *Téviec, station-nécropole Mésolithique du Morbihan*. Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine, mémoire 18, Masson et Cie Ed., Paris, 227 p.

Péquart M. et Péquart S.-J., (1954) - *Hoëdic, deuxième station-nécropole du Mésolithique côtier armoricain*. De Sikkel, Anvers, 93 p.

Péridy P., (2000) - L'enceinte néolithique de la Chevêtelière, communes d'Ile d'Olonne et Saint-Mathurin (Vendée) – fouille archéologique 1999. *Bulletin de l'ARANOV*, n° 14. Givrand, 2000, p. 6-26.

Pétrequin A.-M. et Pétrequin P., (1988) - *Le Néolithique des lacs - Préhistoire des lacs de Chalain et Clairvaux (4000-2000 avant J.-C.).* Collection des Hespérides, Paris - Errance. 281 p.

Pétrequin P., Cassen S., Croutsch C. et Weller O., (1997) - Haches alpines et haches carnacéennes dans l'Europe du Ve millénaire. *Notae Praehistoricae*, 17, Liège. p. 135-150.

Pétrequin, P., Cassen, S., Croutsch, C. et Errera, M., (2002) - La valorisation sociale des longues haches dans l'Europe Néolithique. *In* J. Guilaine (dir.) *Matériaux, productions, circulations du Néolithique à l'Age du Bronze*. Séminaire du Collège de France, Editions Errance, p. 67-98.

Pétrequin P., Errera M., Cassen, S. et Croutsch C., (2003) - De la pétrographie aux approches sociales - la circulation des grandes haches alpines en Europe occidentale pendant le Néolithique. *In* -

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Les matières premières lithiques en Préhistoire. Table ronde internationale d'Aurillac, du 20 au 22 juin, 2002. Préhistoire du Sud-Ouest, supplément n° 5, p. 253-274.

Pétrequin P., Errera M., Cassen S., Billand G. Colas C., Maréchal D., Prodeo F. et Vangele F., (2005) - Des Alpes Italiennes à l'Atlantique au Ve millénaire. Les quatre grandes haches polies de Vendeuil et Maizy (Aisne), Brenouille (Oise). *Revue Archéologique de Picardie*, n° spécial 22, p 75-104.

Pétrequin J. et Pétrequin A.-M., (à paraître) - *Les sites littoraux de Chalain et Calirvaux (Jura). Tome IV. Du Ferrières au Groupe de Clairvaux (31 et 30es siècles)*. Paris, Maison des Sciences de l'Homme

Peucat J. J., Le Métour J. et Audren Cl., (1978) - Arguments géochronologiques en faveur de l'existence d'une double ceinture métamorphique d'âge Siluro-Dévonien en Bretagne méridionale. *Bulletin de la Société Géologique de Franc*e, tome 7 ,Serie 20, p.163-167.

Peucat J.-J., Jégouzo P., Morzadec-Kerfourn M.-T. et Saint-Requier A., (1981) - Carte géologique de la France 1/50 000, Feuille Pont-Croix (345). Notice explicative J. Plaine et M.-T. Morzadec-Kerfourn, 1981, 48 p.

Philibert S., (1996) - Approche techno-fonctionnelle des outillages du Néolithique ancien et moyen dans le Bassin parisien. Les gisements du moulin de Lettrée (Neauphle-le-Vieux, Yvelines) et de Louviers-la-Villette (Eure) - premiers résultats. *Internéo*, 1, Paris. Association pour les Etudes interrégionales sur le Néolithique, p. 33-44.

Philippot A., (1950) - Les graptolites du Massif armoricain. Etude stratigraphique et paléontologique. *Mémoires de la Société géologique et Minéralogique de Bretagne*, tome VII, 295 p.

Piningre J.-F., (1985) - Le site néolithique moyen de Liévin (Pas-de-Calais). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 82, p. 442-448.

Pinna C. and Doquet V., (1999) – The preferred fatigue crack propagation mode in a M250 maraging steel loaded in shear. *Fatigue and Fracture Engineering Materials Structure*, 22, p. 173-183.

Pinot J.-P., (1974) - *Le Précontinent Breton- entre Penmarc'h, Belle-Ile et l'escarpement continental. Etude géomorphologique*. Lannion, Impram, 256 p.

Pinot J.-P., (1975) - Littoraux würmiens submerges de l'ouest de Belle-Ile. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 1-3, p. 197-216.

Pirazzoli. P.A., (1991) - *World atlas of Holocene sea level changes*. Oceanography Series, 58, Amsterdam, Elsevier, 300 p.

Pivette B., (1978) - *Le synclinorium de Saint-Georges sur Loire, Massif Armoricain. Sa place dans l'évolution géodynamique de la Bretagne méridionale au Paléozoïque*. Thèse Doctorat, Université de Rennes 1, 108 p.

Plisson H., Mallet N., Bocquet A. et Ramseyer D., (2002) - Utilisation et rôle des outils en silex du Grand-Pressigny dans les villages de Charavines et Portalban. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 99, 4, p. 793-811.

Poncet J., Doré F. et Robardet M., (1977) - *Carte géologique de la France 1/50 000, feuille La Haye-du-Puits (116)*. Orléans, BRGM. Notice explicative par Doré F. et Poncet J., 1977, 25 p.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Possonnier B. et Kayser O., (1988) - Les bois de cerfs mésolithiques de Beg-er-Vil à Quiberon (Morbihan). *Revue Archéologique de l'Ouest*, 5, p. 35-43.

Prost D. C. et Chatellier J.-Y., (1986) - Contribution méthodologique à l'analyse quantitative des propriétés mécaniques des roches fragiles élastiques. *Revue d'Archéométrie*, 10, p. 69-74.

Pruvost P., Waterlot G. et Comte P., (1943) - Le Bassin carbonifère de Morlaix. *Bulletin Service de la Carte géologique de la France*, 212, p. 63-74.

Rault O., (1992) - *L'économie de débitage sur le site Mésolithique récnt/final de Beg-an-Dorchenn (Plomeurn Finistère)*. Mémoire de Maîtrise. Université de Paris I. 155 p.

Richard H., (1999) - La palynologie. *In La botanique*. Collection archéologiques, Editions Errance, Paris, p. 9-42.

Richard H., Begeot C., Gauthier E. et Ruffaldi P., (2000) - Evolution du couvert végétal du Tardiglaciaire et du début de l'Holocène sur la chaîne jurassienne - nouveaux résultats. *In Les derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe occidentale (13000-5500 avant Jésus-Christ). Actes du colloque international de Besançon (Doubs, France), 1998,* Presses universitaires Franc-Comtoises, p. 29-36.

Richards M.P. et Mellards P.A., (1998) - Stable isotopes and the seasonality of the Oronsay middens. *Antiquity*, 72, p. 172-184.

Ricq-De Bouard M., Compagnoni R., Desmons J. et Fedelle F., (1990) - Les roches alpines dans l'outillage poli néolithique de la France méditerranéenne. Classification, origine, circulation. *Gallia Préhistoire*, tome 32, p. 125-149.

Rio M., (1982) - *Les accidents siliceux dans le Crétacé du Bassin vocontien (Sud-Est de la France). Contribution à l'étude des silicifications des formations calcaires*. Documents du laboratoire de Géologie, Lyon, n° 884, 158 p.

Rioult M., (1968) - *Contribution à l'étude du Lias de la bordure occidentale du Bassin de Paris*. Thèse de Doctorat d'Etat, Laboratoire de Géologie, université de Caen, 565 p.

Rioult M., (1980a) - Jurassique inférieur de Maine-Normandie. In C. Mégnien (coord.) *Synthèse géologique du Bassin de Paris*, vol. I, stratigraphie et paléogéographie. Mémoires du B.R.G.M., 103, p. 92-173.

Robardet M., Bonjour, J. L., Paris, F., Maorzadec P. et Racheboeuf P. R., (1994) - Ordovician, Silurian, and Devonian of Medio-North-Armorican Domain. *In* J. D. Keppie (eds.) *Pre-Mesozoic Geology in France and related areas*. Springer-Verlag.

Roberts N. et Wright H. E. Jr., (1993) - Vegetational, lake-level and climatic history of the Near East and Southwest Asia. *In* H. E. Wright (eds), *Global Climates Since the Last Glacial Maximum*. University of Minesota, Minneapolis, p. 194-220.

Roblot M.-M., (1968) - *Les roches silico-carbonées du Précambrien Armoricain*. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Paris, 609 p.

Roblot M.-M., (1971) - Etude des roches silico-carbonées du Précambrien Armoricain. *Sciences de la Terre*, 20, 324 p.

Roche J., (1989) - Spatial organization in the Mesolithic sites of Muge, Portugal. *In* C. Bonsall (éd.). *The Mesolithic in Europe. Papers presented at the third International Symposium*. John Donald. Edinburgh, p. 607-613.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Rolin P., Audru J.-C., Bouroullec I. et Wyns R., (2000) - *Carte géologique de la France 1/ 50 000, feuille Les Herbiers (537)*. Orléans - BRGM. Notice explkicative par Rolin P., Audru J.-C., Boroullec I., Wyns R., Tiéberlmont D., Guerrot C., Courtois N., Bernard E., Chantraine J., Lambert J. et Terrier-Sedan M. (2000).

Roussot-Larroque J., (1984) - Artenac aujourd'hui - pour une nouvelle approche de la néolithisation de la France. *Revue Archéologique du Centre de la France*, 23, p. 135-196.

Roussot-Larroque J., (1993) - Relations sud-nord en Europe occidentale au Néolithique ancien - le point de vue occidental. *In Le Néolithique du nord-est de la France et des régions limitrophes*. Actes du 13ème Colloque interrégional sur le Néolithique, octobre 1986. Documents d'archéologie française, n° 41, p. 10-40.

Roussot-Larroque J. et Thévenin A., (1984) - Composantes méridionales et centreuropéennes dans la dynamique de la néolithisation en France - rapport de synthèse. *In - Influences méridionales dans l'Est et le Centre-Est de la France au Néolithique - le rôle du massif central, Actes du colloque interrégional sur le Néolithique, Le Puy-en-Velay, 1981*. Centre de recherches et d'études préhistoriques de l'Auvergne, cahier n°1, p. 109-147.

Roussot-Larroque J. et Villes A., (1988) – Fouilles Pré et Protohistoriques à la Lède du Gurp (Grayan-et-L'Hôpital, Gironde). *Revue Archéologique de Bordeaux*, tome LXXIX, p. 19-60.

Rozoy J.-G., (1971) - La fin de l'Epipaléolithique (Mésolithique) dans le Nord de la France et la Belgique. *Die Anfange des Neolithithikums vom Orient bis Nordeuropa*, p. 1-78, 16 pl.

Rozoy J.-G., (1978a) - Typologie de l'Epipaléolithique - Mésolithique franco-belge. *Bulletin de la Société Archéologique Champenoise*, n° special.

Rozoy J.-G., (1978b) - Les derniers chasseurs. L'Epipaléolithique en France et en Belgique. Essai de synthèse. Bulletin de la Société Archéologique Champenoise., n° spécial juin 1978, 3 tomes.

Russell N.J., Bonsall C. et Sutherland D.G., (1995) - The exploitation of marine mollusc in the Mesolithic of western Scotland evidence from Ulva cave, Inner Hebrides. *In* A. Fischer (ed.) *Man and Sea in Mesolithic.* Oxford, Oxbow books, p. 273-288.

Santallier D., Fillion J. P. et Mignot A., (1998) - A propos de ce que l'on appelle les « Roches Vertes » en archéologie. *Revue d'Archéométrie*, 22, p. 45-55.

Santos M. F., Soares J. et Tavares Da Silva C. T., (1974) - O concheiro epipaleolitico do Cabeço do pez, vale do sado, Torrão- primeria noticia. *In Actas do III congresso Nacional de Arqueologia*, Porto, 1973, p. 173-190.

Schulting R.J., (1998) - Slighting the sea - stable isotope evidence for the transition to farming in northwestern Europe. *Documenta Praehistorica*, 25, p. 203-218.

Schulting R.J., (1999- Appendix 7-4) - Radiocarbon dates. *In* P. Woodman, E. Anderson and N. Finlay - *Excavations et Ferriter's Cove, 1983-95 - last foragers, first farmers in the Dingle Peninsula*. Bray - Wordwell, p. 219.

Schulting R.J., (2003) - The marrying kind - evidence for a patrilocal postmarital residence pattern in the Mesolithic of Southern Brittany? *In* L. Larsson, K. Kindgren, D. Loeffler and A. Akerlund (eds) - *Mesolithic on the Move*, Stockholm 2000, Oxbow Books, p. 431-441.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Schulting R.J., (2005) - Comme la mer qui se retire- les changements dans l'exploitation des resources marines du Mésolithique au Néolithique en Bretagne. *In* G. Marchand et A. Tresset (dir.) *Unité et diversité des processus de néolithisation sur la façade atlantique de l'Europe (6e-4e millénaires anant J.-C.*). Actes de la Table Ronde de Nantes 26-27 avril 2002. Mémoires XXXVI de la Société Préhistorique de France, p. 163-171.

Schulting R.J. et Richards M.P., (2000) - Mesolithic subsistence and seasonality - the use of stable isotopes. *In* R. Young (ed.) - *Current research on the Mesolithic of Britain and Ireland*. Leicester - University Press, p. 55-65.

Schulting R.J. et Richards M.P., (2001) - Dating, Women and becoming farmers - new palaeodietary and AMS data from the Breton Mesolithic cemeteries of Téviec and Hoëdic. *Journal of Anthropological Archaeology*, 20, p. 3114-344.

Shee-Twohig E., (1981) - *The megalithic art of Western Europe*. Oxford - Clarendon Press.

Simões T., (1999) - *O sitio neolítico de São Pedro de Canaferrim, Sintra. Contribuições para o estudo da neolitização da península de Lisboa*. Lisboa- Instituto Português de Arqueologia Trabalhos de Arquelogia, 12, 247 p.

Smith C., (1992) - The population of Late Upper Paleolithic and Mesolithic Britain. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 58, p. 37-40.

Starkel L., (1991) - *Environmental changes at the Younger Dryas-Preboreal Transition and during the early Holocene- some distinctive aspects in central Europe*. The Holocene, volume 1, p. 234-242.

Stuiver M. et Brazuinas T., F., (1993) - Modeling atmospheric 14C influences and 14C ages of marine samples back to 10,000 BC. *Radiocarbon*, 355, p. 137-189.

Stuiver M., et Reimer P.J., (1993) - Extended 14C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. *Radiocarbon*, 35, 215-230.

Straus L., Altuna J. et Vierra B., (1990) - The Concheiro at Vidigal – a Contribution to the Late Mesolithic of Southern Portugal. *In* M. P. Vermeersch and P. Van Peer (eds.)*, Contributions to the Mesolithic in Europe,* Leuven University Press, p. 463-474.

Summerfield M. A., (1983a) - Silcrete. *In* Goudie A. S. et Pye K. (eds.), *Chemical and Geomorphology*, p. 59-91.

Surmely F., Goër de Herve A. de, Errera M., D'Amico C., Santallier D., Forestier F.-H. et Rialland Y., (2001) -Circulation des haches polies en Auvergne au Néolithique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 98, n° 4, p. 675-691.

Taborin Y., (1974) - La parure en coquillage de l'Epipaléolithique au bronze ancien en France. Paris, CNRS, *Gallia Préhistoire*, 17, 17.1, p. 101-179 et 17.2, p. 307-417.

Tavares Da Silva C. et Soares J., (1997) - Economias costerias na Pre-Historia do Sudoeste portugês. O concheiro de Montes de Baixo. *Setùbal Arqueologica*, 11-112, p. 69-108.

Tavares Da Silva C. et Soares J., (2006) - Setúbal e Alentejo Litoral / Setúbal and Coastal Alentejo. *In* L. Oosterbeek*, Territórios da Pré-História em Portugal* , volume 7, éditions Ceiphar, 209 p.

Ters M., (1973) - Les variations du niveau marin depuis 10 000 ans le long du littoral atlantique français. *In - Le Quaternaire Géodynamique, stratigraphie et environnement. 9ème congrès I.N.Q.U.A., Christchurch, décembre 1973,* Ed. CNRS, p. 114-135.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Ters M., Barthélémy B., Marchand J., Richard R., Weecksteen Forestier F.H. et Lasnier B., (1969) - *Carte géologique de la France 1/50 000, feuille Nantes (481)*. Orléans, BRGM. Notice explicative par Ters et al., 1969, 23 p.

Ters M., Marchand J., Forestier F.-H. et Ottmann F., (1978a) - *Carte géologique de la France 1/50 000, feuille Paimbouef (480)*. Orléans, BRGM. Notice explicative par Ters et al., 1978a, 59 p.

Ters M., Mounès J. et Gouleau D., (1978b) - *Carte géologique de la France 1/50 000, feuille Machecoul (507)*. Orléans, BRGM. Notice explicative par Ters et al., 1978b, 36 p.

Ters M., Gouleau D. et Vanney J.-R., (1978c) - *Carte géologique de la France 1/50 000, feuille Ile-de-Noirmoutier, Pointe-de-St-Gildas (506-533)*. Orléans, BRGM. Notice explicative par Ters et al., 1978c, 35 p.

Ters M., (1982) - *Carte géologique de la France 1/50 000, feuille St-Philbert-de-Grand-Lieu, BRGM*. Notice explicative par Ters et al., 1982.

Ters M. et Gailly, J., (1986) - *Carte géologique de la France 1/50 000, feuille Sable-d'Olonne-Longeville (584-607)*. Orléans, BRGM. Notice explicative par Goujou et al., 1994, 95 p.

Tessier M., (1991) - De la céramique "Cerny" en Pays-de-Retz ? *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 88, n° 6, p. 167-169.

Tessier M., (1996) - Un nouveau vase décoré sur le site néolithique de Port-aux-ânes en Préfailles (Loire-Atlantique). *Feuillets mensuels de la Société Nantaise de Préhistoire*, mars 1996, n° 346, p. 14-15.

Thévenin A., (1991) - Du Dryas III au début de l'Atlantique - pour une approche méthodologique des industries et des territoires dans l'Est de la France (2ème partie). *Revue d'Archéologie de l'Est*, 42, p. 3-62.

Thévenin A., (1997) - L'Azilien et les cultures à pointes à dos courbe- esquisse géographique et chronologique. In, l'Azilien et les cultures septentrionales. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 94, n° 3, p. 393-411.

Thiébault S., (1999) - Le milieu végétal des derniers chasseurs-cueilleurs en Vercors et en Chartreuse - Nouvelles données anthracologiques et proposition d'une biozonation. *In L'Europe des derniers chasseurs-cueilleurs - Epipaléolithique et Mésolithique. Actes du 5ème colloque UISPP*, Editions du CTHS, p. 589-602.

Tinevez J.-Y., Cornec T. et Pihuit P., (1990) - Une fosse néolithique au lieu-dit Le Boisanne à Plouër-sur-Rance (Côtes d'Armor). *Revue archéologique de l'Ouest*, 7, p. 31-39.

Tinévez J.-Y., Nicolas E., Becuwe A., Marguerie D., Bernard V., Querré G., Thibaudeau C., Dietsch M.-F., Fontugne M., Guyodo J.-N., Ghebardt A. et Dupré M., (2004) - *Le site de la Hersonnais à Pléchâtel (Ille-et-Vilaine) - un ensemble de bâtiments collectifs du néolithique final*. Société Préhistorique française, Travaux 5, 172 p.

Thirault E., (2001) – *Production, diffusion et usage des haches néolithiques dans les Alpes occidentales et le bassin du Rhône*. Thèse de doctorat, université de Lyon II, 4 volumes, Multigraphié.

Thirault E., (2005a) - Diffusion de biens et structuration territoriale au Néolithique - le cas des lames de hache en roches tenaces polies dans les Alpes occidentales. *In* J. J. Jauberet et M. Barbaza (dir.)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Territoires, déplacements, mobilité, échanges durant la Préhistoire - Terres et hommes du Sud. Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 126e, Toulouse, 2001. p. 537-557.

Thirault E., (2005b) - The politics of supply - the Neolithic axe industry in Alpine Europe. *Antiquity*, 79, p. 34-50.

Thiry M., (1978) - Silicification des sediments sablo-argileux de l'Yprésien du sud-est du bassin de Paris. Genèse et évolution des dalles quartzitiques et silcrètes. *Bulletin du Bureau de Recherche Géologique et Minéralogique de France*, (2), section I, p. 19-46.

Thoraval M., (2003) - *Variations du niveau de la mer au cours de l'Holocène enregistrées par les sédiments de l'étang de Lannénec*. Rapport de stage, université de Brest, 32 p.

Tinner W., Nielsen E. H. et Lotter A. F., 2007) - Mesolithic agriculture in Switzerland? A critical review of the evidence. *Quaternary Science Reviews*, 26, p. 1416-1431.

Tixier J., (1958) - Industries d'Aïn Fritissa, *Bulletin de l' Archéologie Marocaine*, tome 3, p. 107-248.

Tixier J., Inizan M. L. et Roche H., (1980) - *Préhistoire de la pierre taillée I- Terminologie et technologie*. Ed. CREP, 120 p.

Tresset A., (2002a) - L'apparition de l'élévage à la marge nord-ouest de l'Europe - un processus complexe et diversifié. *Annales de la Fondation Fyssen*, n° 17, p. 43-54.

Tresset A., (2002b) - De la mer au bétail en domaine atlantique - unité et diversité des processus d'apparition de l'élevage à la marge nord-ouest de l'Europe. *Anthropozoologica*, n° 336, p. 13-35.

Tresset A. et Vigne J.-D., (2000) - Le dépôt d'animaux de la structure e4 d'Er Grah - une illustration de la symbolique des bovins à la charnière du Mésolithique et Néolithique bretons ? *In* C. T. Le Roux (éd.) - *Le dolmen d'Er Grah, Locmariaquer (Morbihan, France)*. Paris - Supplément à Gallia Préhistoire.

Tromelin G. De, (1875) - Addition relative aux terrains tertiaires et quaternaires (flore fossile de Montbert ndir). *Association française d'Avancement des Sciences*, Comptes-Rendus de la Session de Nantes, p. 659-660.

Tsobgou A., R., (2003) - *Etude Pétrographique et Structurale des ultramylonites et cataclasites de la Zone Broyée Sud –Armoricaine*. Mémoire de DEA, Université de Nantes.

Tsobgou A., R., (2006) - Chimie, Structure de la matière et Modalités du débitage des Ultramylonites et Cataclasites armoricaines - exemple du site Mésolithique final de Creac'h Miné Vihan (France). *Revue Archéométrie*,30, p. 109-118.

Tsobgou A., R., Dabard M.-P., Marchand G., Querré G., Monnier J.-L. et Sangleboeuf J.-C., (à paraître) - Petrofabric and Mechanical Properties of Armorican Phtanites (France). *L'Anthropologie*.

Vasseur G., (1881) - Recherches géologiques su les terrains tertiaires de la France occidentale. Stratigraphie. 1ère partie. Bretagne. *Annales des Sciences Géologiques*, 13, p. 1-432.

Vaudois-Miéja N., (1979) - Etude comparative des flores éocènes de l'Ouest de la France (grès à sabals) et de celles du Bassin anglo-normand. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de France*, (D), 289, p. 1233-1236.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Vaughan C. P. et Bocquet A., (1987) - Première étude fonctionnelle d'outils lithiques néolithiques du village des Charavines, Isère. *L'Anthropologie*, 91, 2, p. 399-410.

Vayson De Pradenne A., (1929) - La station paléolithique du Mont-Dol. *L'Anthropologie*, 39, 1-3, p. 1-42.

Vernhet Y., Mauzirot P., Le Gall J., Gigot P., Dupret L., Barbier G., Lerouge G., Besombes J.C. et Pellerin J., (2002) - *Carte géologique de la France 1/50 000, feuille Villers-Bocage (145)*. Orléans, BRGM. Notice explicative Vernhet et al. (2002), 229 p.

Vicente N., (1995) - *Les mollusque, l'homme et l'imaginaire*. Mémoire de l'Institut d'Océanographie, Editions Paul ricard, p. 99-108.

Villes A., (1984) – Le Néolithique ancien et le début du Néolithique moyen dans les Pays de la loire moyenne. Etat de la question. *In Influences méridionales dans l'Est et le Centre-Est de la France au Néolithique : le rôle du Massif central*. Actes du VIIIème colloque interrégional sur le Néolithique, Le Puy 1981, C.R.E.P.A., Clermont-Ferrand, p. 57-93.

Villes A., (1987) - Un aperçu de l'industrie lithique des niveaux de l'Âge du Bronze au fort-Harrouard. *In, Le relations entre le continent et les îles britanniques à l'Âge du Bronze, Lille 1984. Revue Archéologique de Picardie et Société Préhistorique Française*, p. 275-305.

Villey M. de A. L. C., Bambier A., Beurrier M., Chantraine J., Dadet P., Herrouin Y., Marot A. et Sagon J. P., (1982) - *Notice explicative de la feuille Carhaix-Plouguer 1/50 000*, Carte géologique de la France 1/50 000.

Visset L., (1979) - Recherches palynologiques sur la végétation Pléistocène et Holocène de quelques sites du district phytogéographique de la Basse-Loire. *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France*, Nantes, supplément H.S., 282 p.

Visset L., Sellier, D. et L'Helgouac'h J., (1995) - Le paléoenvironnement de la région de Carnac, sondage dans le marais de Kerdual, La Trinité-sur-Mer (Morbihan). *Revue Archéologique de l'Ouest*, 12, p. 57-71.

Visset L., L'Helgouac'h J. et Bernard J., (1996) – La tourbière submergée de la pointe de Kerpenhir à Locmariaquer (Morbihan). Etude environnementale et mise en évidence de déforestations et de pratiques agricoles néolithiques. *Revue Archéologique de l'Ouest*, 13, p. 79-87.

Visset L., Cyprien A.-L., Carcaud N., et Ouguerram A., (2003) - De la fin du Mésolithique au Néolithique, l'évolution du paysage végétal dans le bassin de la Loire océanique et moyenne. In, Approche archéologique de l'environnement et de l'aménagement du territoire ligérien. Actes du colloque d'Orléans, 2002, p. 117-123.

Voetzel D., (1987) - *Recherches Pollenanalytiques sur la vegetation Holocène de la plaine alluviale de l'estuaire de Loire et des coteaux environnants*. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, 178 p.

Wakai F., Kodama Y., Murayama N., Sakaguchi S., Rouxel T., Sato S ; et Nonami T., (1991) - Superplasticity in advanced materials-Superplasticity of functional ceramics. *Ed. Hori S., Tokizane M. et Furushiro N., Pub. The Japan Society for Research on Superplasticity*, Osaka, Japon.

Ward J. H., (1963) - Hierarchical grouping to optimise an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, volume 58, p. 236-244.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Watts M. J. et Williams G. D., (1979) - Fault rocks as indicators of progressive shear deformation in the Guingamp region, Brittany. *Journal of Structural Geology*, 1, p. 323-332.

Weis D., et Wasserburg G. J., (1987) - Rb-Sr and Sm-Nd systematics of cherts and other siliceous deposits. *Geochemica and Cosmochimica Acta*, n° 51, p. 959-971.

Weller O., (2000) - Produire du sel par le feu - techniques et enjeux socio-économiques dans le Néolithique européen. *In - Arts du feu et productions artisanales*. XXe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Antibes, Ed. APDCA, p ; 565-584.

Welsch J., (1897) - Sur l'âge sénonien du grès à Sabalites andegavensis de l'Ouest de la France. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de France*, 125, p. 667-669.

Welsch J., (1910) - A propos de l'âge du grès à plantes de l'Anjou et des fossils roulés en general. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4, 10, p. 7.

Woodman, P. C., Anderson, E. et Finlay, N., (1999) - *Excavations at Ferrister's Cove, 1983-1995 - Last foragers, First Farmers in the Dingle Peninsula*. Wordwell Ltd, Bray.

Wyns R., Lablanche G. et Lefavrais-Raymond A., (1988) - *Carte géologique de la France (1/50 000), feuille Chantonnay (563)*. Orléans - BRGM. Notice explicative par Wyns R., Lablanche, G. et Lefavrais-Raymond, A., 77 p.

Yven E., (1997) - *La Préhistoire et la Protohistoire sur le canton de Lanmeur*. Mémoire de Maîtrise, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 2 volumes.

Yven E., (1998) - *Variantes et constantes dans la gestion des ressources lithiques de l'Epipaléolithique au Mésolithique moyen en Basse-Bretagne*. Mémoire de DEA, Université de Bretagne Occidentale, Brest.

Yven, E., (2003) - The deposits of raw materials and the quarry-sites during Mesolithic in the Trégor in Brittany. *In* L. Larsson, K. Kindgren, D. Loeffler and A. Akerlund (eds) - *Mesolithic on the Move*, Stockholm 2000, Oxbow Books, p. 451-460.

Yven E., (2004) - *Approche spatiale et territoriale des industries lithiques. - Constantes et variantes du substrat géographique et la Gestion des matières premières lithiques au Mésolithique en Bretagne*. Thèse Doctorat en Préhistoire, Université de Bretagne Occidentale, 2 tomes.

Yven E. et Léopold P., (2003) - *Nouvelle date du Mésolithique moyen Breton. Le site de Quillien (Le Cloître-Saint-Thégonnec, Finistère)*. Livret de la journée « Civilisations Atlantiques et Archéosciences », UMR 6566, Université de Rennes I, p. 13-14.

Zilhão J., (1992) - Gruta do Caldeiro. O Neolitico Antigo. *Trabalhos de Arquelogia*, n° 6. Lisboa. 326 p.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

ANNEXES

Tabl. 5. Récapitulatif des datations radiocarbone du Mésolithique ancien et moyen dans l'Ouest de la France. Dates brutes (Yven, 2004). Dates calibrées à 2σ grâce au logiciel Oxcal v3.10 (Reimer et *al*., 2004).

Département	Commune	Nom du site	Matière	Datation B.P.	Datation calibrée B.C. (2 sigmas)	Laboratoire
Finistère	La Forest-Landerneau	Crann Izella	Charbon	7580±105	6300-5830	Gif 2631
Finistère	Plougoulm	Toul-an-Naouc'h	Noisettes	8830±180	8100-7100	Gif Tan 89339
Finistère	Le Cloître-Saint-Thégonnec	Quillien	Noisettes	8805±60	7710-7340	Lyon 1912 Oxa
Finistère	Le Conquet	Le Bilou	Noisettes	8780±90	7800-7250	Lyon 1911 Oxa

Tabl. 6. Récapitulatif des datations radiocarbone du Mésolithique récent et final dans l'Ouest de la France. Dates brutes (Marchand, 1999 ; Schulting, 1999; Schulting, 2005; Schulting et Richards, 2001 ; Yven, 2004). Dates calibrées à 2σ grâce au logiciel Oxcal v3.10 (Stuiver et Reimer, 1993; Reimer et *al*., 2004 ; Hughen et *al*., 2004). Les Dates Radiocarbone Conventionnelles sont obtenues après correction du fractionnement isotopique $^{13}C/^{12}C$.

Département	Commune	Nom du site	Matière	Datation B.P.	Dates Conventionnelles	Datation calibrée B.C. (2 sigmas)	Laboratoire
Finistère	Plomeur	Beg-an-Dorchenn	Coquille	6370±70	-	4670-4290	Gif 6875
Finistère	Plomeur	Beg-an-Dorchenn	Coquille	7580±80	-	5900-5510	Gif 6858
Finistère	Plomeur	Beg-an-Dorchenn	Charbon	6590±110	-	5720-5340	Gif 6859
Finistère	Plomeur	Beg-an-Dorchenn	-	5970±80	-	5100–4600	GRN 2001
Finistère	Plomeur	Beg-an-Dorchenn	-	5440±400	-	5300 - 3300	GSY 65
Finistère	Plouvien	Kerliézoc	Charbon	6485±50	-	5540-5320	Ly 1871

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 7. Récapitulatif des datations radiocarbone du Mésolithique récent et final dans l'Ouest de la France (suite 1). Dates brutes (Marchand, 1999 ; Schulting, 1999; Schulting, 2005; Schulting et Richards, 2001 ; Yven, 2004). Dates calibrées à 2σ grâce au logiciel Oxcal v3.10 (Stuiver et Reimer, 1993; Reimer et *al*., 2004 ; Hughen et *al*., 2004). Les Dates Radiocarbone Conventionnelles sont obtenues après correction du fractionnement isotopique $^{13}C/^{12}C$.

Département	Commune	Nom du site	Matière	Datation B.P.	Dates Conventionnelles	Datation calibrée B.C. (2 sigmas)	Laboratoire
Morbihan	Quiberon	Beg-er-Vil	Coquille	6020±80	-	4710-4300	Gif 7180
Morbihan	Hoëdic	Hoëdic	Charbon	6575±350	-	6300-4700	Gif 227
Morbihan	Hoëdic	Hoëdic (A)	Ossement humain (12)	7165±60	7360±60	5980-5690	OxA-6708
Morbihan	Hoëdic	Hoëdic (F)	Ossement humain (5)	6645±60	6850±60	5500-5230	OxA-6709
Morbihan	Hoëdic	Hoëdic ©	Ossement humain (2)	6280±60	6475±60	5170-4850	OxA-6706
Morbihan	Hoëdic	Hoëdic (H)	Ossement humain (8)	6080±60	6265±60	4950-4610	OxA-6707
Morbihan	Hoëdic	Hoëdic (K)	Ossement humain (9)	5755±55	5950±55	4590-4270	OxA-6710
Morbihan	Hoëdic	Hoëdic (B)	Ossement humain (1)	5080±55	5260±55	3830-3530	OxA-6705
Morbihan	Hoëdic	Hoëdic (B)	Ossement humain (1)	5750±55	5920±55	4550-4240	Oxa-11776

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 8. Récapitulatif des datations radiocarbone du Mésolithique récent et final dans l'Ouest de la France (suite 2). Dates brutes (Marchand, 1999 ; Schulting, 1999; Schulting, 2005; Schulting et Richards, 2001 ; Yven, 2004). Dates calibrées à 2σ grâce au logiciel Oxcal v3.10 (Stuiver et Reimer, 1993; Reimer et *al*., 2004 ; Hughen et *al*., 2004). Les Dates Radiocarbone Conventionnelles sont obtenues après correction du fractionnement isotopique $^{13}C/^{12}C$.

Département	Commune	Nom du site	Matière	Datation B.P.	Dates Conventionnelles	Datation calibrée B.C. (2 sigmas)	Laboratoire
Morbihan	Saint-Pierre-Quiberon	Téviec (M)	Ossement humain (13)	6740±60	6900±60	5550-5280	OxA-6665
Morbihan	Saint-Pierre-Quiberon	Téviec (M)	Ossement humain (15)	6530±65	6690±65	5370-5070	OxA-6702
Morbihan	Saint-Pierre-Quiberon	Téviec (L)	Ossement humain (20)	6515±65	6690±65	5370-5070	OxA-6704
Morbihan	Saint-Pierre-Quiberon	Téviec (K)	Ossement humain (10)	6510±50	6660±50	5320-5060	OxA-6664
Morbihan	Saint-Pierre-Quiberon	Téviec (K)	Ossement humain (16)	6500±65	6680±65	5360-5060	OxA-6703
Morbihan	Saint-Pierre-Quiberon	Téviec (K)	Ossement humain (8)	6440±55	6600±55	5280-4990	OxA-6663
Morbihan	Saint-Pierre-Quiberon	Téviec (H)	Ossement humain (14)	6000±60	6701±60	5380-5090	OxA-6701
Morbihan	Saint-Pierre-Quiberon	Téviec (B)	Ossement humain (2)	5680±50	5810±50	4420-4140	OxA-6662
Morbihan	Saint-Pierre-Quiberon	Téviec (H)	Ossement humain (14)	6515±45	6665±45	5320-5080	Oxa-10963
Loire-Atlantique	Pornic	La Gilardière	Terre charbonneuse	6520±120	-	5670-5220	Tucson 8436
Loire-Atlantique	Préfailles	Saint-Gildas Ib	Coquille	7520± 140	-	5950-5350	Gif 3531
Loire-Atlantique	Préfailles	Saint-Gildas Ic	Coquille	6790± 90	-	5150-4720	Gif 4847

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 9. Récapitulatif des datations radiocarbone du Villeneuve-Saint-Germain dans l'Ouest de la France. Dates brutes (Cassen et al., 1998 ; Marchand, 1999). Dates calibrées à 2σ grâce au logiciel Oxcal v3.10 (Reimer et *al*., 2004).

Département	Commune	Nom du site	Matière	Datation B.P.	Datation calibrée B.C. (2 sigmas)	Laboratoire
Ile-et-Vilaine	Saint-Etienne-en Coglès	Le Haut-Mée (76)	Charbon	5955± 65	5000-4690	Ly 7661
Ile-et-Vilaine	Saint-Etienne-en Coglès	Le Haut-Mée (121)	Charbon	5995± 65	5050-4720	Ly 7662
Ile-et-Vilaine	Saint-Etienne-en Coglès	Le Haut-Mée (174)	Charbon	5765± 60	4730-4460	Ly 7663
Ile-et-Vilaine	Saint-Etienne-en Coglès	Le Haut-Mée (43)	Charbon	4900± 55	3800-3530	Ly 7660
Ile-et-Vilaine	Saint-Etienne-en Coglès	Le Haut-Mée (2)	Noisette	5975± 65	5030-4710	Ly 356/AA-21673

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 10. Récapitulatif des datations radiocarbone du Néolithique ancien Centre atlantique dans l'Ouest de la France. Dates brutes (Marchand, 1999). Dates calibrées à 2σ grâce au logiciel Oxcal v3.10 (Stuiver et Reimer, 1993; Reimer et *al*., 2004 ; Hughen et *al*., 2004).

Département	Commune	Nom du site	Matière	Datation B.P.	Datation calibrée B.C. (2 sigmas)	Laboratoire
Charente-Maritime	Plassay	Les Ouchettes (US 13)	Charbon	7895± 78	7050-6600	Ly 177 (Oxa)
Charente-Maritime	Plassay	Les Ouchettes (9)	Charbon	5645± 90	4700-4330	Ly 178 (Oxa)
Charente-Maritime	Plassay	Les Ouchettes (123)	Charbon	5600± 70	4600-4330	Ly 179 (Oxa)
Charente-Maritime	Plassay	Les Ouchettes (9)	Charbon	5755± 65	4770-4450	Ly 180 (Oxa)
Charente-Maritime	Plassay	Les Ouchettes (137)	Charbon	5330± 60	4330-3990	Ly 181 (Oxa)
Charente-Maritime	Plassay	Les Ouchettes (147)	Charbon	5245± 60	4240-3950	Ly 182 (Oxa)
Charente-Maritime	Tranche-sur-Mer	Grouin du cou (B)	Charbon	6480±150	5750-5050	Gif 5043
Charente-Maritime	Tranche-sur-Mer	Grouin du Cou (E)	Charbon	6450±150	5700-5050	Gif 5042
Charente-Maritime	Tranche-sur-Mer	Grouin du Cou (F)	Charbon	6300±160	5600-4800	Gif 4372
Charente-Maritime	Bois-Plage-en-Ré	Les Gouillauds	Charbon	5950±120	5250-4500	Gif 4878
Gironde	Grayan-et-l'Hôpital	Lède-du-Gurp 8a/b	Bois	5750±90	4800-4370	Ly 5320
Gironde	Grayan-et-l'Hôpital	Lède-du-Gurp 8b	Charbon	5790±60	4790-4500	Ly 6049
Gironde	Grayan-et-l'Hôpital	Lède-du-Gurp 8c	Charbon	5970±60	5000-4710	Ly 6050
Gironde	Grayan-et-l'Hôpital	Lède-du-Gurp (structure)	Bois	6610±65	5660-5470	Ly 5318
Gironde	Grayan-et-l'Hôpital	Lède-du-Gurp (structure)	Bois	5815±60	4800-4510	Ly 5319
Gironde	Soulac-sur-Mer	Soulac « la Balise »	Bois	5910±150	5250-4450	Ly 2838

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 11. Récapitulatif des datations radiocarbone du Néolithique moyen dans l'Ouest de la France. Dates brutes (Marchand, 1999 ; Guyodo, 2001). Dates calibrées à 2σ grâce au logiciel Oxcal v3.10 (Reimer et *al*., 2004).

Département	Commune	Nom du site	Matière	Datation B.P.	Datation calibrée B.C. (2 sigmas)	Laboratoire
Morbihan	Erdeven	Lannec-er-Gadouer (foyer 1)	Charbon	5770 ± 80	4800-4450	AA 9240
Morbihan	Erdeven	Lannec-er-Gadouer (fossé 2)	Semence blé	5210 ± 55	4240-3820	AA 29390
Morbihan	Erdeven	Lannec-er-Gadouer,(foyer 2)	Semence blé	5640 ± 80	4690-4340	AA 20130
Morbihan	Erdeven	Lannec-er-Gadouer (Amas tesson A143)	Noisette	5660 ± 55	4660-4350	AA 29391
Morbihan	Erdeven	Lannec-er-Gadouer (caveau)	Charbon	5445 ± 80	4460-4050	AA 8819
Morbihan	Erdeven	Lannec-er-Gadouer (fossé 2)	Charbon	5835 ± 65	4850-4530	AA 9241
Loire-Atlantique	Saint-Michel-Chef-Chef	La Mainguinière (carré J7)	Charbon	7938 ± 70	7050-6650	AA 40515
Loire-Atlantique	Saint-Michel-Chef-Chef	La Mainguinière (carré F2, struct. 9)	Charbon	7243 ± 75	6250-5980	AA 40516
Loire-Atlantique	Saint-Michel-Chef-Chef	La Mainguinière (carré K2, struct. 3)	Charbon	6013 ± 53	5050-4770	AA 40514
Vendée	Talmont-Saint-Hilaire	Les Bouries (couche 4)	Charbon	5210 ± 70	4240-3800	Ly 721 (Oxa)
Vendée	Talmont-Saint-Hilaire	Les Bouries (couche 2)	Charbon	3725 ± 55	2290-1960	Ly 795 (Oxa)
Vendée	Talmont-Saint-Hilaire	Les Bouries (prosp. 1976)	Charbon	4350 ± 130	3400-2600	Gif 1589
Charente-Maritime	Bois-Plage-en-Ré	Les Gouillauds (foyer 1)	Charbon	5950 ± 120	5250-4500	Gif 4878
Charente-Maritime	Bois-Plage-en-Ré	Les Gouillauds (foyer 2)	Charbon	5360 ± 60	4340-4040	Gif 6029

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 12. Récapitulatif des datations radiocarbone du Néolithique récent dans l'Ouest de la France. Dates brutes (Guyodo, 2001). Dates calibrées à 2σ grâce au logiciel Oxcal v3.10 (Stuiver et Reimer, 1993 ; Reimer et *al*., 2004 ; Hughen et *al*., 2004).

Département	Commune	Nom du site	Matière	Datation B.P.	Datation calibrée B.C. (2 sigmas)	Laboratoire
Morbihan	Laniscat	Liscuis II (ch. Ter.)	Charbon	4450 ± 110	3500-2850	Gif 3964
Morbihan	Laniscat	Liscuis III	Charbon	4200 ± 110	3100-2450	Gif 4076
Morbihan	Gâvres	Le Goërem	Charbon	4430 ± 140	3550-2650	Gif 1148
Morbihan	Gâvres	Le Goërem	Charbon	4100 ± 140	3050-2200	Gif 768
Morbihan	Arzon	Bilgroix (foyer façade)	Charbon	4400 ± 60	3340-2900	Gif 9406
Morbihan	Arzon	Bilgroix (foyer façade)	Charbon	4320 ± 140	3400-2650	LGQ 568
Morbihan	Arzon	Bilgroix (foyer façade)	Charbon	4280 ± 45	3030-2700	Ly 5706
Loire-Atlantique	Saint-Michel-Chef-Chef	Gâtineaux (fossé 1975)	Charbon	4900 ± 110	4000-3350	Gif 3532
Loire-Atlantique	Saint-Michel-Chef-Chef	Gâtineaux (struc.2, remplissage)	Charbon	4600 ± 145	3650-2900	Tucson 10109
Loire-Atlantique	Saint-Michel-Chef-Chef	Gâtineaux (struct.2, fond)	Charbon	4755 ± 125	3800-3100	Tucson 10110
Loire-Atlantique	Saint-Michel-Chef-Chef	Gâtineaux (struct.5, fond)	Charbon	5120 ± 95	4250-3650	Tucson 10111
Loire-Atlantique	Machecoul	Les Prises	charbon	4750 ± 120	3800-3100	Gif 4151
Maine-et-Loire	Lion d'Angers	Isle Briard (secteur B)	Charbon	4490 ± 140	3650-2850	Gif 3817
Maine-et-Loire	Lion d'Angers	Isle Briard (dolmen central)	Charbon	4440 ± 140	3550-2650	Gif 3819

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 13. Récapitulatif des datations radiocarbone du Néolithique récent dans l'Ouest de la France (suite). Dates brutes (Guyodo, 2001). Dates calibrées à 2σ grâce au logiciel Oxcal v3.10 (Stuiver et Reimer, 1993 ; Reimer et *al*., 2004 ; Hughen et *al*., 2004).

Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F5 sud)	Charbon	4960 ± 50	3940-3640	Ly 1063 (Oxa)
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F5 nord, fond)	Charbon	4700 ± 50	3640-3360	Ly 1064 (Oxa)
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F3 nord, nappe)	Charbon	4500 ± 45	3360-3020	Ly 8620
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F3 sud, nappe)	Charbon	4400 ± 45	3330-2900	Ly 8619
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F1 sud, terre rouge)	Charbon	4425 ± 50	3340-2910	Ly 1206 (Oxa)
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F1 nord, fond)	Charbon	4385 ± 50	3330-2890	Ly 9166
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F2)	Charbon	4610 ± 55	3650-3100	Ly 1061 (Oxa)
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (Palissade)	Charbon	4605 ± 55	3550-3100	Ly 1062 (Oxa)
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (struct.23, sous vase)	Charbon	4370 ± 55	3330-2880	Ly 1207 (Oxa)
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (struct.23, sous vase)	Charbon	3450 ± 100	2050-1500	Ly 9169
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F4)	Charbon	4245 ± 55	3010-2630	Ly 1205 (Oxa)
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F4)	Charbon	4175 ± 50	2900-2610	Ly 10043
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F4 nord cordon vertical)	Charbon	4084 ± 70	2880-2470	Ly 13227
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F3 nord, lentille)	Charbon	4285 ± 50	3090-2700	Ly 8621
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F3 nord, lentille)	Charbon	4270 ± 35	3010-2750	Ly 9167
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F3 sud, fond fossé)	Charbon	4290 ± 40	3030-2770	Ly 9165
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F1 sud, foyer sup.)	Charbon	4250 ± 50	3010-2660	Ly 1204 (Oxa)
Vendée	Saint-Mathurin	La Chevêtelière (F1 nord, planche)	Charbon	4330 ± 35	3030-2880	Ly 9168

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 14. Récapitulatif des datations radiocarbone du Néolithique final dans l'Ouest de la France. Dates brutes (Guyodo, 2001). Dates calibrées à 2σ grâce au logiciel Oxcal v3.10 (Stuiver et Reimer, 1993 ; Reimer et *al*., 2004 ; Hughen et *al*., 2004).

Département	Commune	Nom du site	matière	Datation B.P.	Datation calibrée B.C. (2 sigmas)	Laboratoire
Côtes-d'Armor	Quessoy	Le Champ-Grosset	charbon	3820 ± 200	2900-1700	Gif 283
Côtes-d'Armor	Saint-Quay-Perros	Crec'h-Quillé (entrée E)	charbon	3760 ± 120	2600-1800	Gif 814
Côtes-d'Armor	Saint-Quay-Perros	Crec'h-Quillé (entrée latérale)	charbon	3740 ± 200	2900-1600	Gif 344
Côtes-d'Armor	Saint-Quay-Perros	Crec'h-Quillé (entrée latérale)	charbon	3470 ± 200	2500-1300	Gif 197
Ille-et-Vilaine	Pléchâtel	La Hersonnais (bât. A1)	Charbon	4070 ± 50	2870-2470	Gif 9119
Ille-et-Vilaine	Pléchâtel	La Hersonnais (bât. A2)	Charbon	4290 ± 50	3090-2700	Gif 9647
Ille-et-Vilaine	Pléchâtel	La Hersonnais (enclos A)	Charbon	4255 ± 50	3020-2670	Gif 10880
Ille-et-Vilaine	Pléchâtel	La Hersonnais (bât. B1)	Charbon	4090 ± 50	2880-2490	Gif 9904
Ille-et-Vilaine	Pléchâtel	La Hersonnais (bât. B2)	Charbon	4070 ± 50	2870-2470	Gif 9905
Ille-et-Vilaine	Pléchâtel	La Hersonnais (enclos B)	Charbon	4005 ± 45	2840-2340	Gif 10881
Ille-et-Vilaine	Pléchâtel	La Hersonnais (bât. C1)	Charbon	4030 ± 25	2620-2470	Gif 10882
Ille-et-Vilaine	Pléchâtel	La Hersonnais (bât. C2)	Charbon	4150 ± 50	2880-2580	Gif 10884
Ille-et-Vilaine	Pléchâtel	La Hersonnais (bât. C3)	Charbon	3490 ± 80	2030-1610	Gif 10883
Vendée	Les Herbiers	Bel Air (TP90)	Charbon	6105 ± 65	5220-4840	Ly 1357 Oxa
Vendée	Les Herbiers	Bel Air (TP95)	Charbon	4535 ± 50	3490-3080	Ly 1358 Oxa
Vendée	Saint-André-Goule-d'Oie	Bellevue (fosse1)	Charbon	3890 ± 50	2490-2200	Ly 1313 Oxa
Vendée	Saint-André-Goule-d'Oie	Bellevue (fosse 65)	Charbon	2360 ± 35	720-370	Ly 10058 Oxa

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 15. Récapitulatif des datations radiocarbone du Néolithique final dans l'Ouest de la France (suite). Dates brutes (Guyodo, 2001). Dates calibrées à 2σ grâce au logiciel Oxcal v3.10 (Stuiver et Reimer, 1993 ; Reimer et *al*., 2004 ; Hughen et *al*., 2004).

Charente-Maritime	Saintes	Diconche (Ch4, US 3b)	Charbon	4400 ± 70	3340-2890	Gif 9419
Charente-Maritime	Saintes	Diconche (Ch4, US 17)	Charbon	4350 ± 50	3100-2880	Gif 9686
Charente-Maritime	Saintes	Diconche (Ch3, PR2)	Charbon	4270 ± 60	3090-2660	Gif 7957
Charente-Maritime	Saintes	Diconche (Ch4, US 3)	Charbon	4020 ± 75	2900-2300	Gif 9687
Charente-Maritime	Saintes	Diconche (Sect.II)	Ossement humain	3920 ± 50	2570-2230	Gif 8341
Charente-Maritime	Saintes	Diconche (PR2)	Charbon	3940 ± 90	2850-2100	Gif 7956
Haute-Vienne	Aslonnes	Le Camp Allaric (couche inf.)	Charbon	4260 ± 140	3350-2450	Gif 3009
Haute-Vienne	Aslonnes	Le Camp Allaric (couche inf.)	Charbon	4280 ± 140	3350-2450	Gif 3010
Charente	Challignac	Le Camp (Us 18)	Charbon	4030 ± 60	2900-2300	Gif 10113
Charente	Challignac	Le Camp (Us 13)	Charbon	3950 ± 60	2620-2230	Gif 10036
Dordogne	Saint-Mérad-de-Dronne	Gros-Bost (poutrage)	Charbon	3870 ± 20	2470-2280	Gif 9954
Dordogne	Saint-Mérad-de-Dronne	Gros-Bost (couche 15)	Charbon	3860 ± 20	2460-2210	Gif 9955

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 22. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites du site de Kerboudou suivant le granite à deux micas de Kermingu (méthode de Grant, 1986, 2005).

	Kerboudou	St-Yvy (moyenne 2)	C_i^A/C_i^O	delta C_i/C_i^O	delta C_i en %wt ou ppm
SiO_2	72,24	69,53	1,04	-0,1	-6,68
Al_2O_3	13,94	16,04	**0,86**	**-0,24**	**-3,91**
Fe_2O_3	3,47	2,43	1,43	0,24	0,59
MnO	< L.D.	0,03	< L.D.	< L.D.	< L.D.
MgO	1,11	0,76	1,46	0,27	0,21
CaO	0,48	1,2	0,4	-0,65	-0,78
Na_2O	1,57	2,89	0,54	-0,53	-1,52
K_2O	2,56	4,61	0,55	-0,52	-2,38
TiO_2	0,32	0,4	0,8	-0,3	-0,12
P_2O_5	0,2	0,37	0,54	-0,53	-0,2
PF	3,38	1,8	1,87	0,63	1,14
Cu	< L.D.	4,87	< L.D.	< L.D.	< L.D.
V	28,19	25,45	1,11	-0,04	-0,92
Y	14,11	19,63	0,72	-0,37	-7,35
Zr	138,8	180,3	0,76	-0,33	-59,54

Tabl. 23. Résultats du calcul de l'altération des cataclasites des affleurements de Trébihan suivant la granite de St-Yvy (méthode de Grant, 1986, 2005).

	Trébihan	St-Yvy (moyenne 2)	C_i^A/C_i^O	delta C_i/C_i^O	delta C_i en %wt ou ppm
SiO_2	71,67	69,05	1,04	-0,14	-9,56
Al_2O_3	13,30	16,05	**0,83**	**-0,31**	**-5,01**
Fe_2O_3	1,38	2,71	0,51	-0,57	-1,56
MnO	< L.D.	0,05	-	-	-
MgO	0,30	0,9	0,33	-0,72	-0,65
CaO	0,60	1,55	0,38	-0,67	-1,05
Na_2O	2,36	3,4	0,69	-0,42	-1,44
K_2O	4,17	4,14	1,01	-0,16	-0,67
TiO_2	0,28	0,42	0,66	-0,45	-0,18
P_2O_5	0,13	0,27	0,48	-0,6	-0,16
PF	5,46	1,15	4,75	2,94	3,38
Cu	< L.D.	<L.D.	-	-	-
V	17,22	21,5	0,8	-0,33	-7,21
Y	8,168	16,85	0,48	-0,6	-10,07
Zr	130,70	133	0,98	-0,18	-24,51

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 24. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites de l'affleurement de Cosqueriou-an-Eac'h suivant la granite de St-Yvy (méthode de Grant, 1986, 2005).

	Cosqueriou an Eac'h	St-Yvy (moyenne 2)	C_i^A/C_i^O	delta C_i/C_i^O	delta C_i en %wt ou ppm
SiO_2	69,88	69,05	1,01	-0,07	-4,76
Al_2O_3	14,77	16,05	**0,92**	**-0,15**	**-2,46**
Fe_2O_3	3,00	2,71	1,11	0,02	0,05
MnO	< L.D.	0,05	-	-	-
MgO	0,53	0,9	0,59	-0,46	-0,41
CaO	0,62	1,55	0,4	-0,63	-0,98
Na_2O	2,04	3,4	0,6	-0,45	-1,52
K_2O	4,22	4,14	1,02	-0,06	-0,26
TiO_2	0,25	0,42	0,59	-0,45	-0,19
P_2O_5	0,20	0,27	0,74	-0,32	-0,08
PF	2,83	1,15	2,46	1,26	1,45
Cu	< L.D.	<L.D.	-	-	-
V	14,740	21,5	0,68	-0,37	-7,94
Y	12,160	16,85	0,72	0,34	-5,66
Zr	132,500	133	0,99	-0,08	-11,1

Tabl. 25. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites du site de Kervoën suivant la granite de St-Yvy (méthode de Grant, 1986, 2005).

	Kervoën	St-Yvy (moyenne 2)	C_i^A/C_i^O	delta C_i/C_i^O	delta C_i en %wt ou ppm
SiO_2	70,49	69,05	1,02	-0,15	-10,54
Al_2O_3	13,3	16,05	**0,83**	**-0,31**	**-5,01**
Fe_2O_3	1,61	2,71	0,59	-0,51	-1,37
MnO	< L.D.	0,05	-	-	-
MgO	< L.D.	0,9	-	-	-
CaO	0,36	1,55	0,23	-0,81	-1,25
Na_2O	2,9	3,4	0,85	-0,29	-0,99
K_2O	3,84	4,14	0,93	-0,23	-0,95
TiO_2	0,22	0,42	0,52	-0,56	-0,24
P_2O_5	0,23	0,27	0,85	-0,29	-0,08
PF	6,11	1,15	5,31	3,41	3,92
Cu	< L.D.	<L.D.	-	-	-
V	9,46	21,5	0,44	-0,63	-13,64
Y	9,56	16,85	0,56	-0,53	-8,91
Zr	106,7	133	0,8	-0,33	-44,44

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 26. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites de la carrière de Gourlizon suivant la granodiorite de Bignan (méthode de Grant, 1986, 2005).

	Gourlizon	Bignan (moyenne 2)	C_i^A/C_i^O	delta C_i/C_i^O	delta C_i en %wt ou ppm
SiO_2	67,15	60,3	1,11	-0,24	-14,72
Al_2O_3	13,38	16,79	**0,8**	**-0,13**	**-2,19**
Fe_2O_3	5,56	6,28	0,89	1,04	6,53
MnO	< L.D.	0,07	< L.D.	-	-
MgO	1,73	2,52	0,69	1,14	2,87
CaO	0,34	3,82	0,09	-0,59	-2,23
Na_2O	0,77	3,59	0,21	-0,01	-0,04
K_2O	0,13	3,99	0,03	-0,36	-1,43
TiO_2	0,3	1,24	0,24	0,31	0,38
P_2O_5	0,16	0,54	0,30	-0,53	-0,29
PF	4,26	1,03	4,14	0,65	0,67
Cu	< L.D.	11	< L.D.	-	-
V	35,79	69,8	0,51	1,96	21,57
Y	15,22	26,8	0,57	-0,04	-2,81
Zr	112,9	342	0,33	-0,19	-5,17

Tabl. 27. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites du site de Cosqueriou st-Cado suivant la granite de St-Yvy (méthode de Grant, 1986, 2005).

	Cosquériou st Cado	St-Yvy (moyenne 2)	C_i^A/C_i^O	delta C_i/C_i^O	delta C_i en %wt ou ppm
SiO_2	72,41	69,05	1,05	-0,18	-12,57
Al_2O_3	12,52	16,05	**0,78**	**-0,39**	**-6,28**
Fe_2O_3	5,04	2,71	1,86	0,45	1,22
MnO	< L.D.	0,05	-	-	-
MgO	1,59	0,9	1,76	0,37	0,34
CaO	0,36	1,55	0,23	-0,82	-1,27
Na_2O	1,39	3,4	0,41	-0,68	-2,31
K_2O	2,83	4,14	0,68	-0,46	-1,93
TiO_2	0,77	0,42	1,83	0,43	0,18
P_2O_5	0,41	0,27	1,52	0,18	0,05
PF	2,5	1,15	2,17	0,69	0,8
Cu	36,05	<L.D.	-	-	-
V	82,47	21,5	3,83	1,99	42,83
Y	39,58	16,85	2,35	0,83	14,02
Zr	271,5	133	2,04	0,59	78,77

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 28. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites du site de Creac'h Miné Vihan suivant la granite de St-Yvy (méthode de Grant, 1986, 2005).

	Creac'h Miné Vihan (moyenne 2 analyses)	St-Yvy (moyenne 2)	C_i^A/C_i^O	delta C_i/C_i^O	delta C_i en %wt ou ppm
SiO_2	69,39	69,05	1	-0,05	-3,82
Al_2O_3	15,12	16,05	**0,94**	**-0,11**	**-1,84**
Fe_2O_3	7,43	2,71	2,74	1,57	4,27
MnO	0,03	0,05	0,6	-0,44	-0,02
MgO	1,9	0,9	2,11	0,98	0,88
CaO	0,3	1,55	0,19	-0,82	-1,26
Na_2O	1,05	3,4	0,31	-0,71	-2,41
K_2O	0,12	4,14	0,03	-0,97	-4,03
TiO_2	0,37	0,42	0,88	-0,17	-0,07
P_2O_5	0,19	0,27	0,7	0,34	-0,09
PF	3,86	1,15	3,35	2,15	2,47
Cu	6,53	<L.D.	-	-	-
V	43,4	21,5	2,02	0,89	19,29
Y	13,84	16,85	0,82	-0,23	-3,83
Zr	112,22	133	0,84	-0,21	-27,51

Tabl. 29. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites du site de la Villeneuve suivant la granite de St-Yvy (méthode de Grant, 1986, 2005).

	La villeneuve	St-Yvy (moyenne 2)	C_i^A/C_i^O	delta C_i/C_i^O	delta C_i en %wt ou ppm
SiO_2	66,81	69,05	0,96	-0,12	-8,25
Al_2O_3	14,59	16,05	**0,91**	**-0,17**	**-2,77**
Fe_2O_3	3,94	2,71	1,45	0,32	0,87
MnO	< L.D.	0,05	-	-	-
MgO	0,98	0,9	1,08	-0,01	-0,01
CaO	0,49	1,55	0,32	-0,71	-1,1
Na_2O	1,99	3,4	0,58	-0,46	-1,58
K_2O	3,33	4,14	0,8	-0,27	-1,11
TiO_2	0,33	0,42	0,78	-0,28	-0,12
P_2O_5	0,22	0,27	0,81	-0,26	-0,07
PF	4,22	1,15	3,67	2,34	2,69
Cu	6,94	<L.D.	-	-	-
V	31,21	21,5	1,45	0,32	6,9
Y	13,97	16,85	0,83	-0,24	-4,13
Zr	133,1	133	1	-0,09	-11,88

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

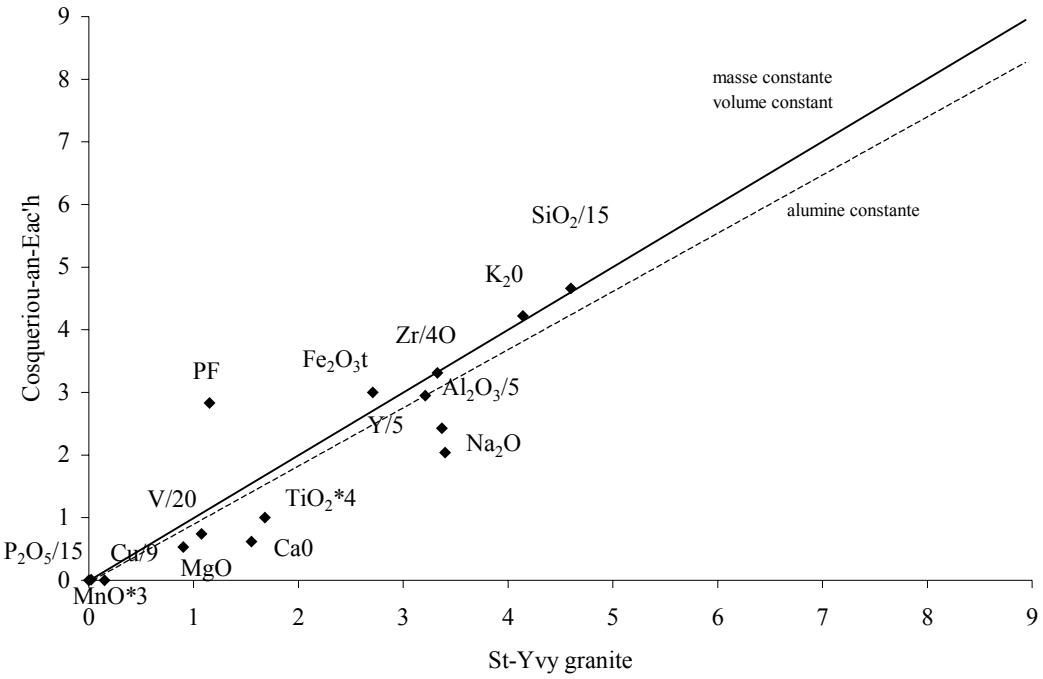


Fig. 31. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de l'affleurement de Cosqueriou-an-Eac'h (protolithe granite de St-Yvy).

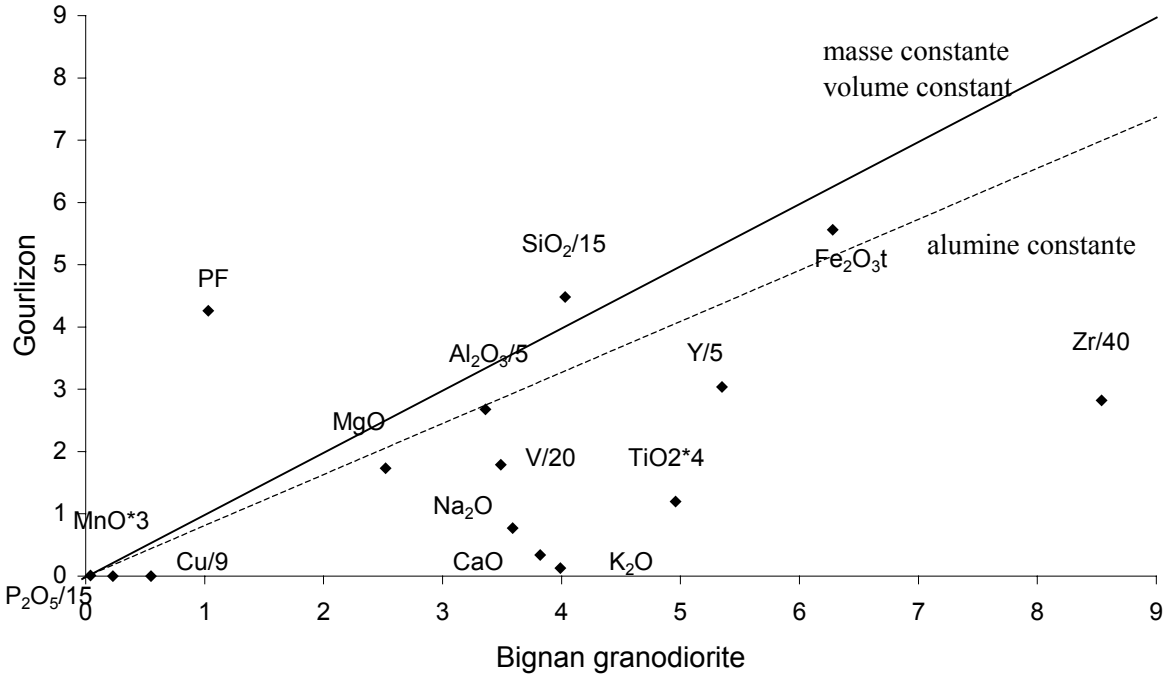


Fig. 32. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de la carrière de Gourlizon (protolithe granodiorite de Bignan).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

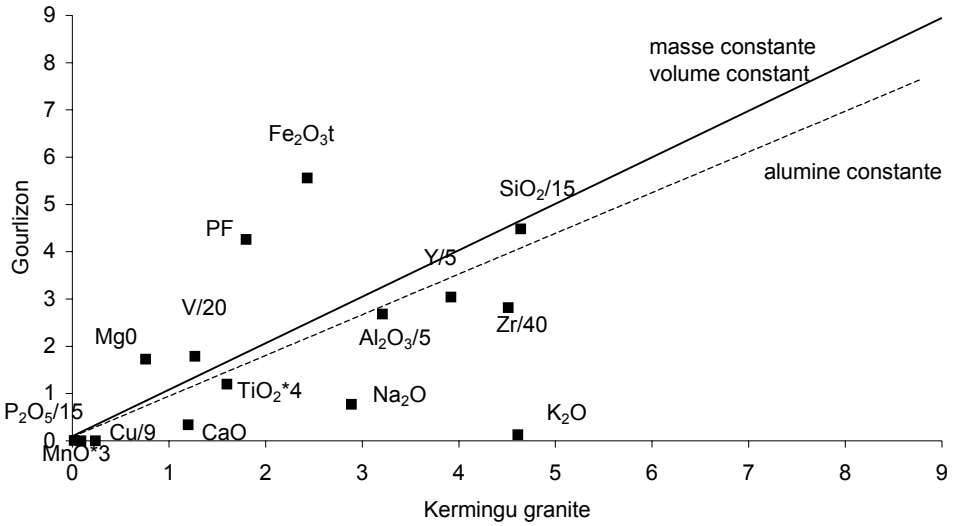


Fig. 33. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de la carrière de Gourlizon (protolithe granite de Kermingu).

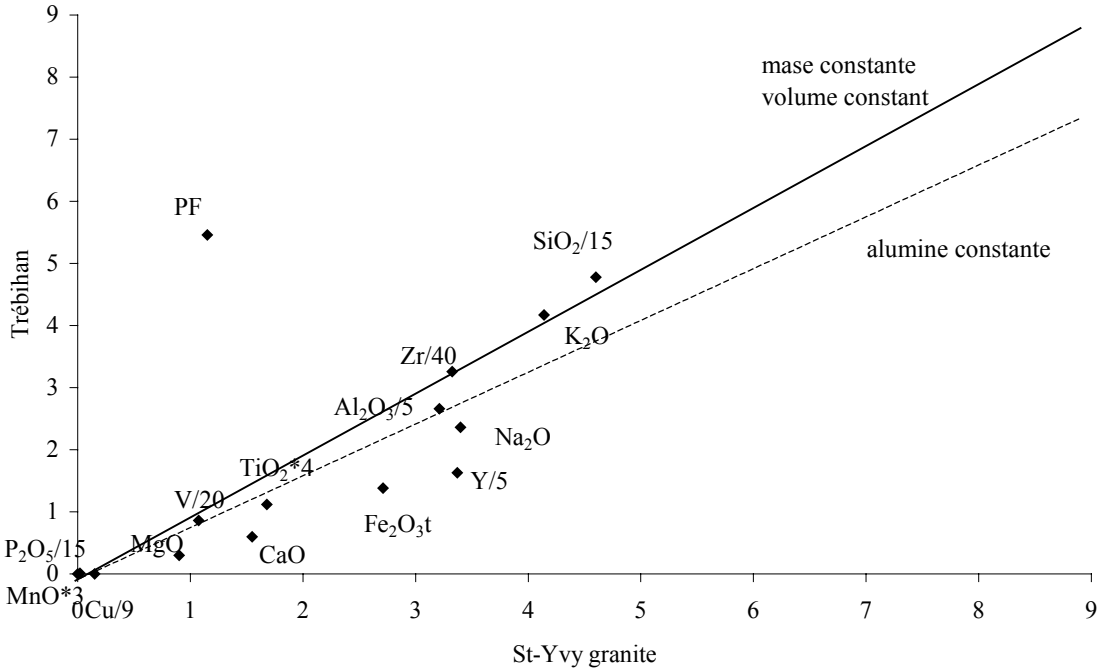


Fig. 34. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Trébihan (protolithe granite de St-Yvy).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

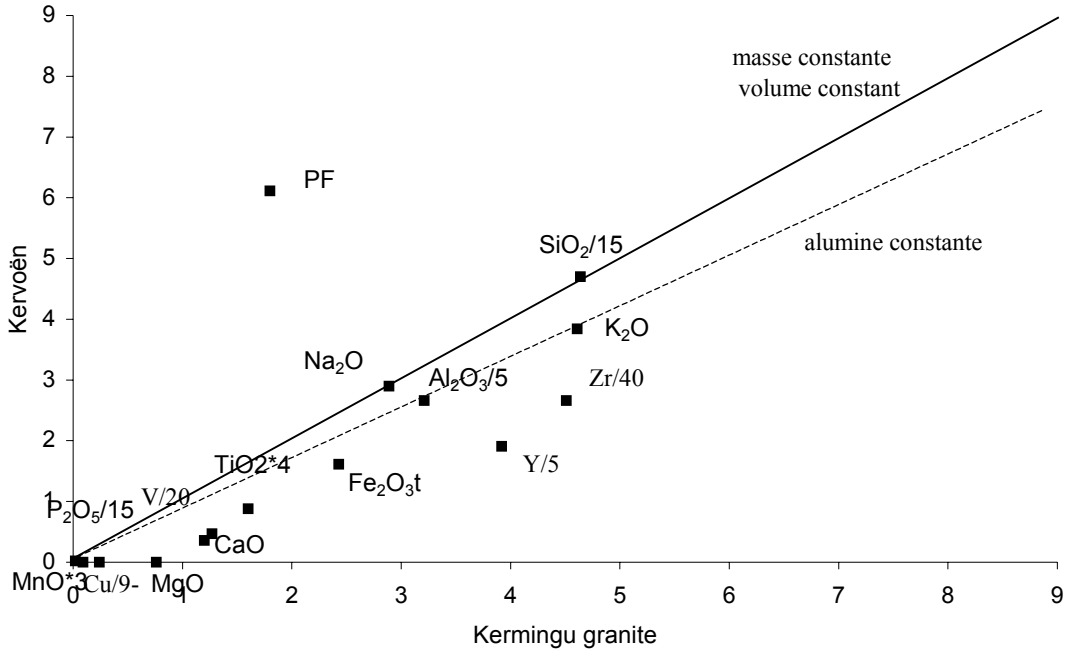


Fig. 35. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Kervoën (protolithe granite de Kermingu).

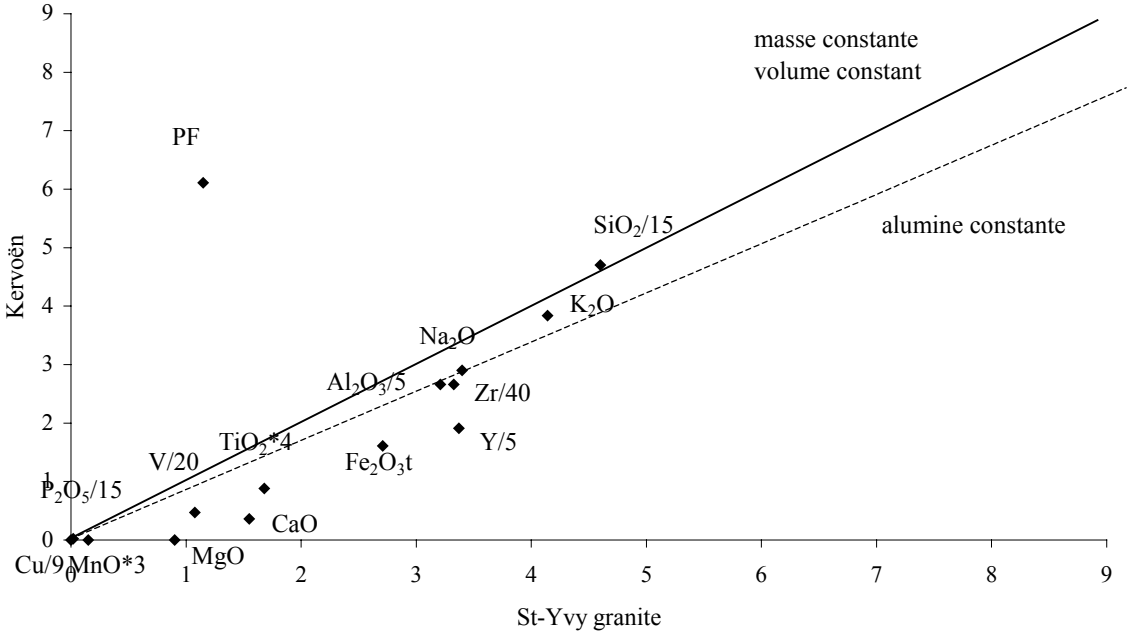


Fig. 36. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Kervoën (protolithe granite de St-Yvy).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

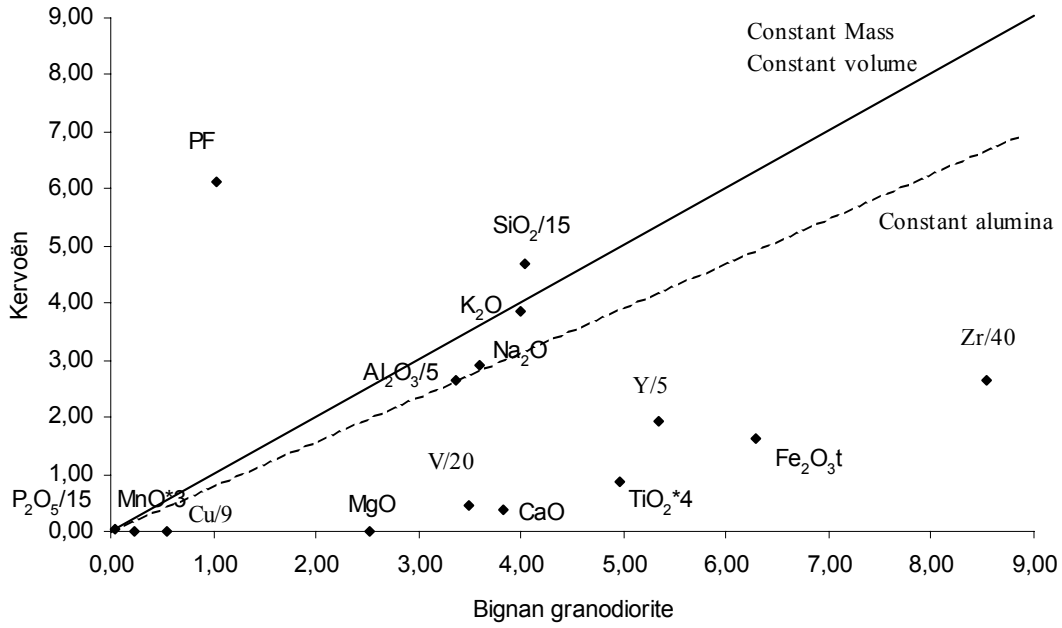


Fig. 37. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Kervoën (protolithe granodiorite de Bignan).

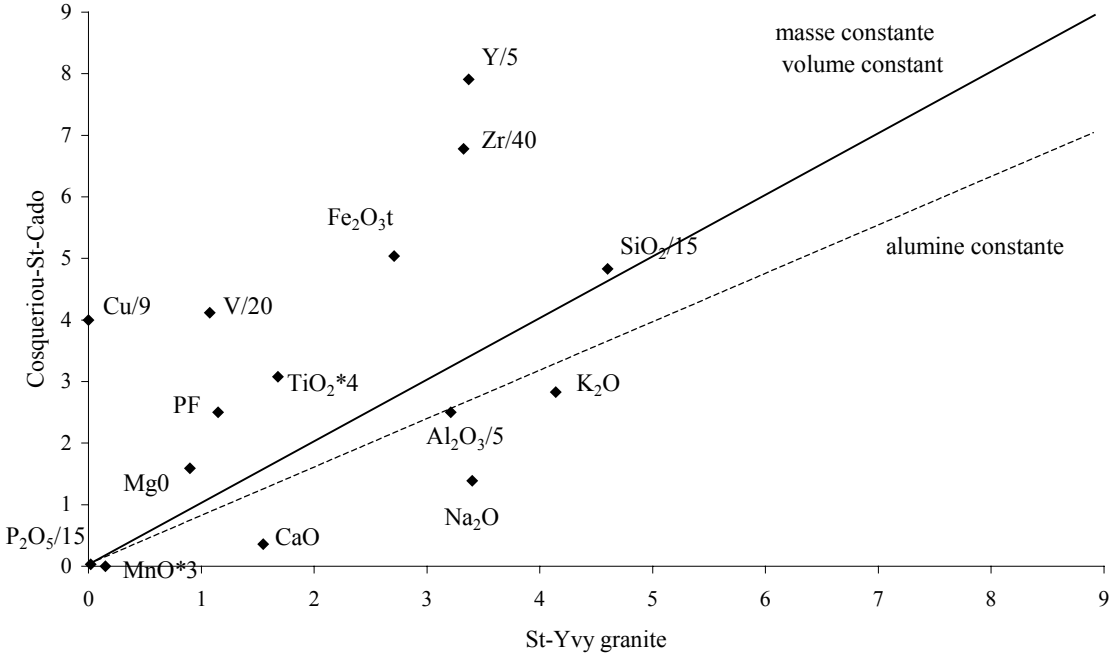


Fig. 38. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de Cosqueriou-an-Eac'h (protolithe type granite de St-Yvy).

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

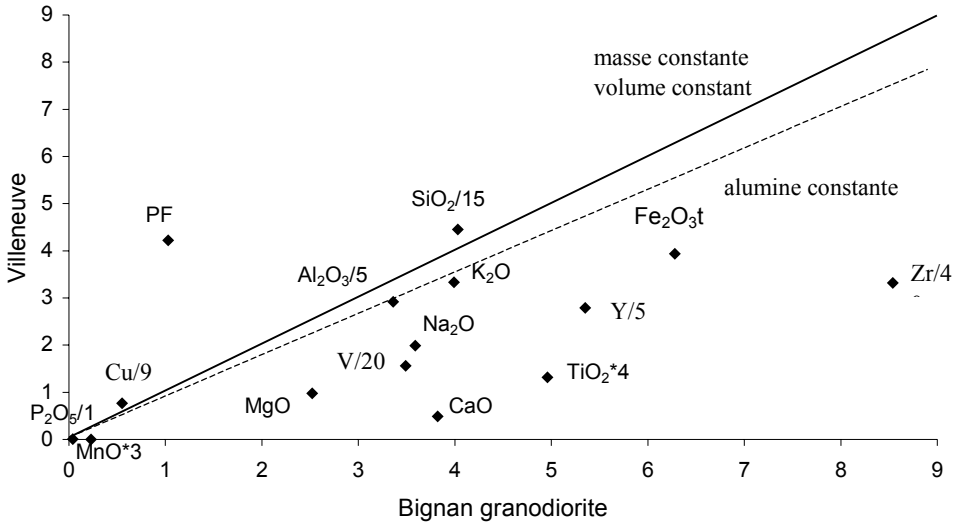


Fig. 39. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de la Villeneuve (protolithe granodiorite de Bignan).

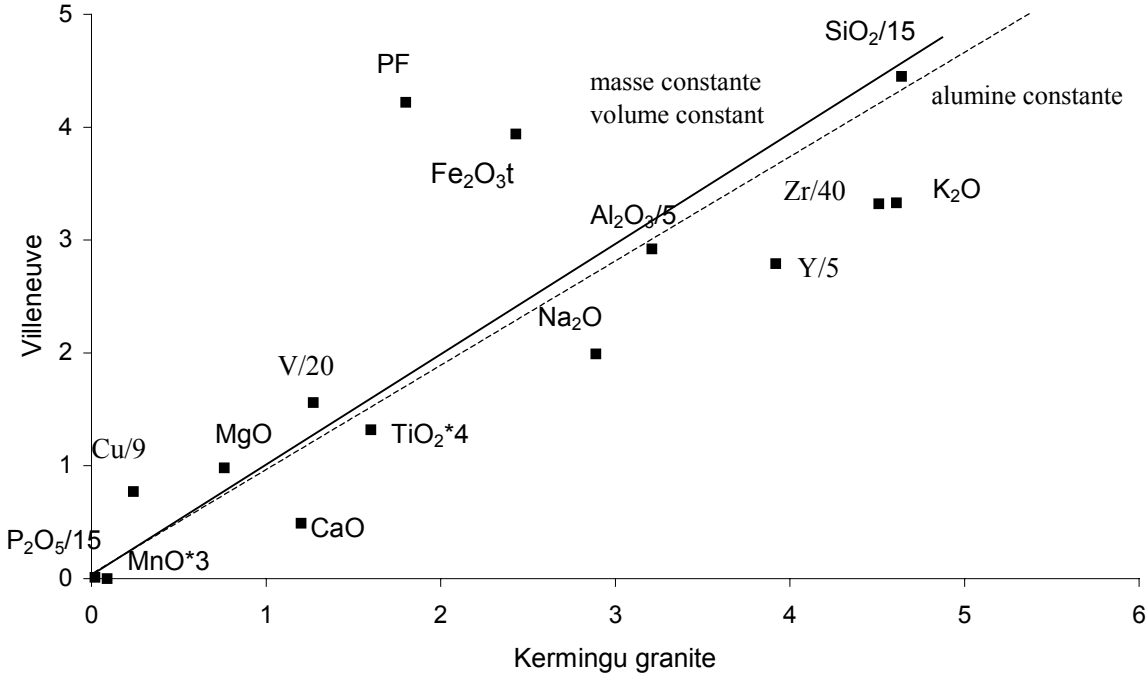


Fig. 40. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de la Villeneuve (protolithe granite de Kermingu)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

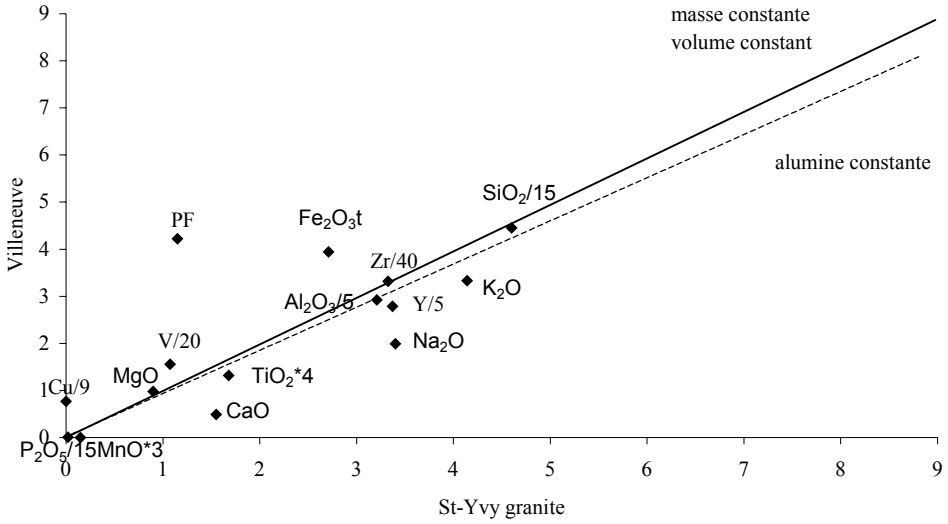


Fig. 41. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de la Villeneuve (protolithe granite de St-Yvy).

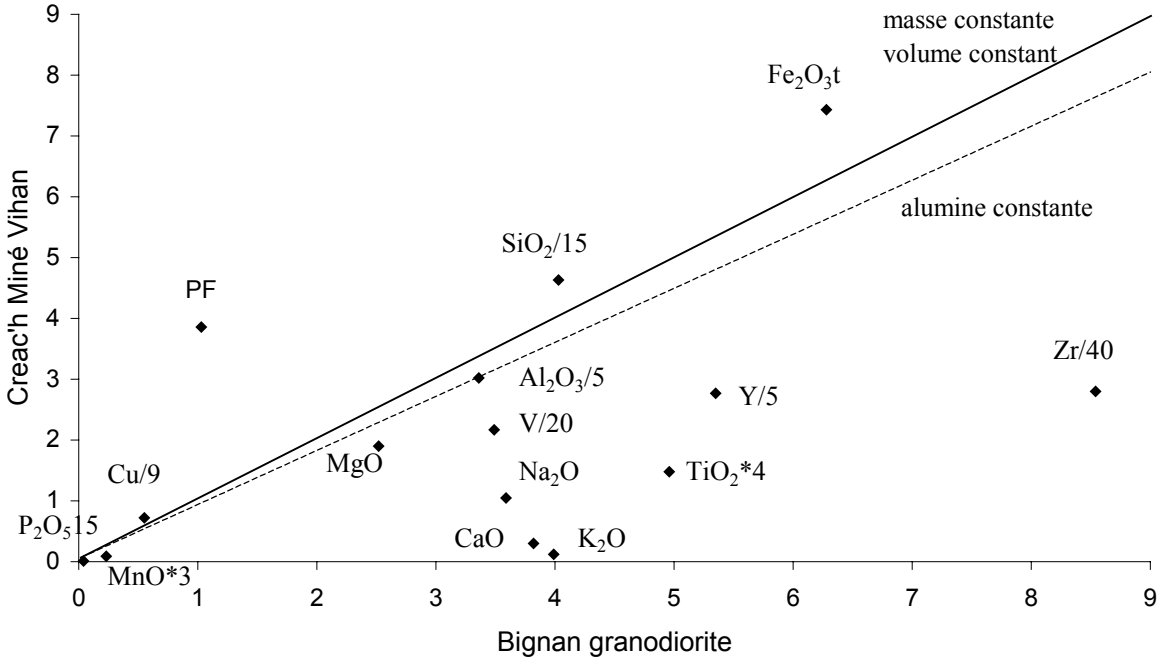


Fig. 42. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de Creac'h Miné Vihan (protolithe granodiorite de Bignan)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

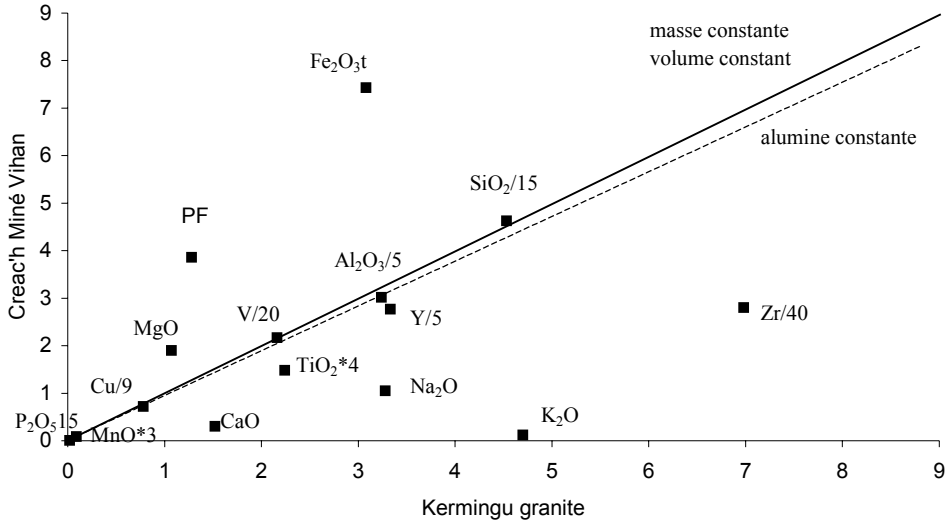


Fig. 43. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de Creac'h Miné Vihan (protolithe granite de Kermingu)

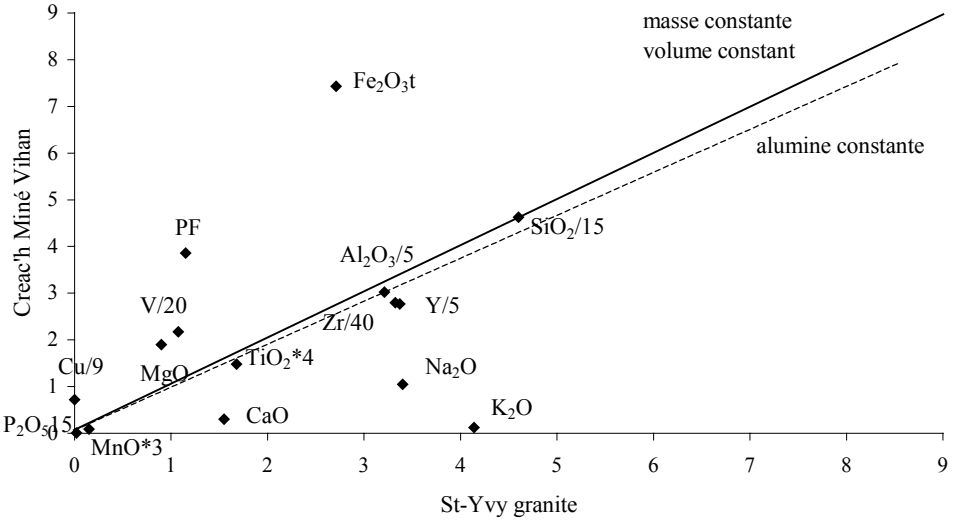


Fig. 44. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de Creac'h Miné Vihan (protolithe granite de St-Yvy)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

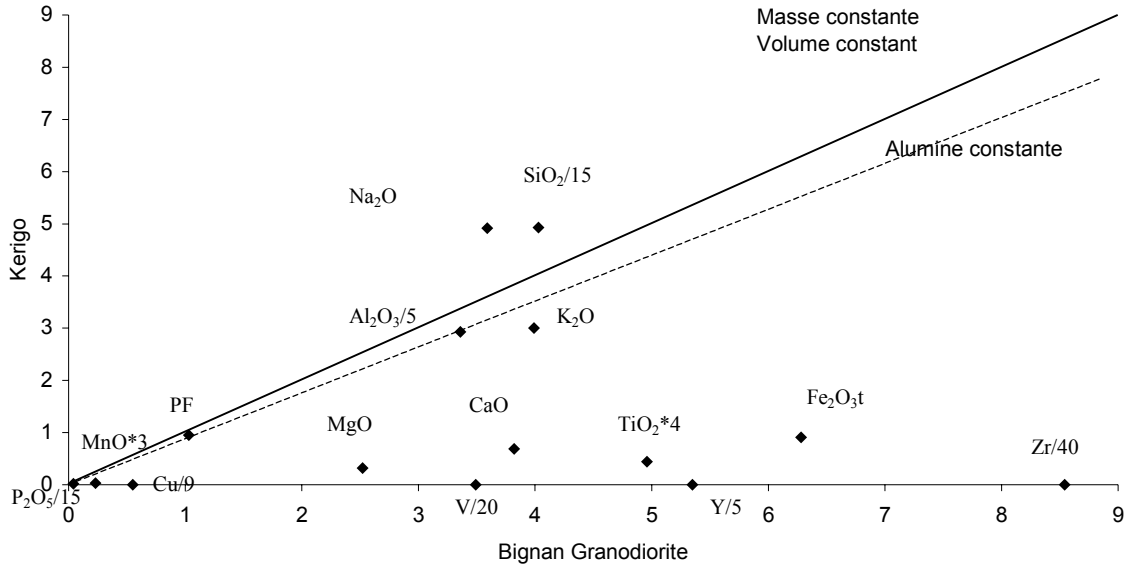


Fig. 45. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de la carrière de Kerigo (protolithe granodiorite de Bignan)

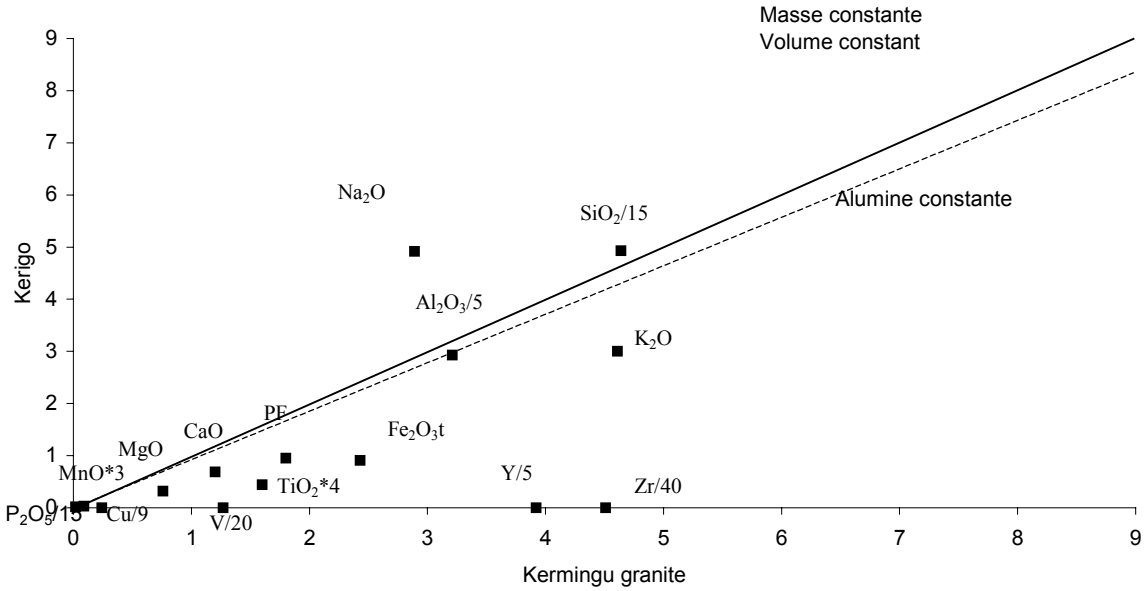


Fig. 46. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de la carrière de Kerigo (protolithe granite de Kermingu)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

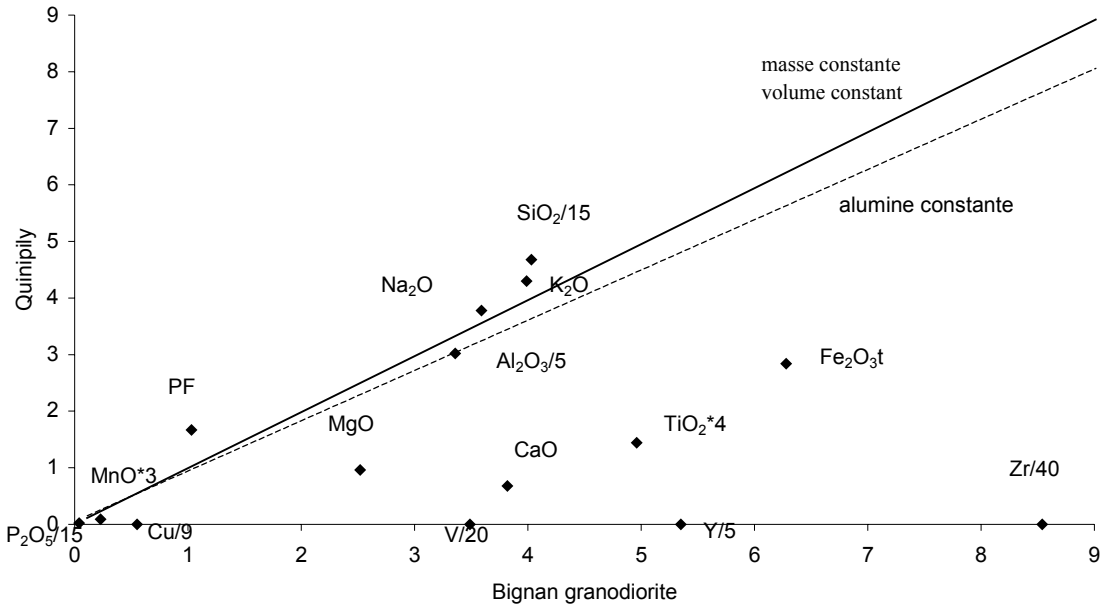


Fig. 47. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de la carrière de Quinipily (protolithe granodiorite de Bignan)

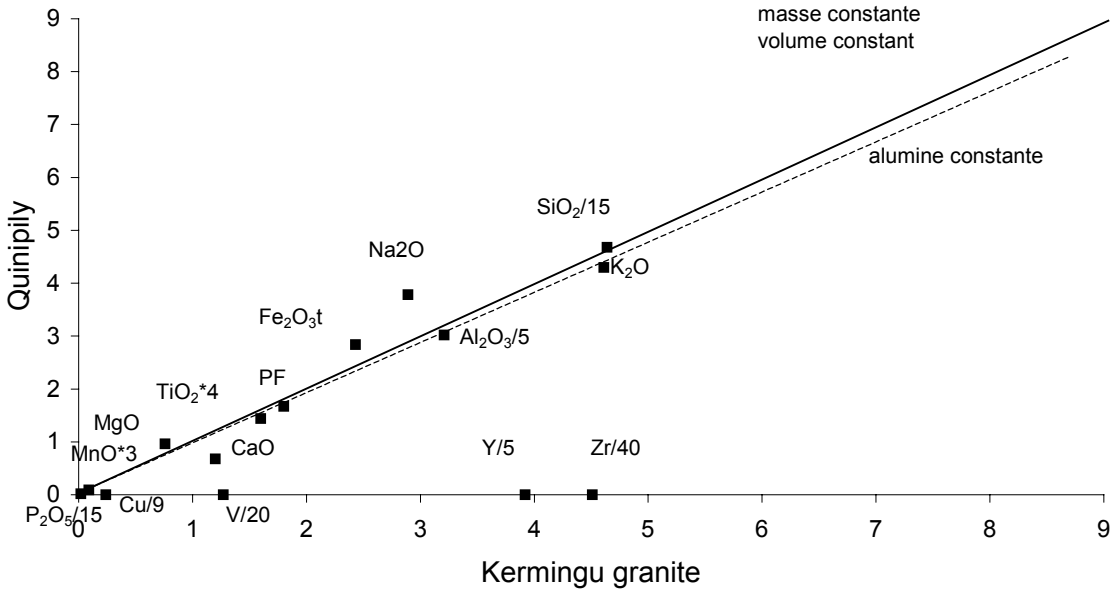


Fig. 48. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de la carrière de Quinipily (protolithe granite de Kermingu)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

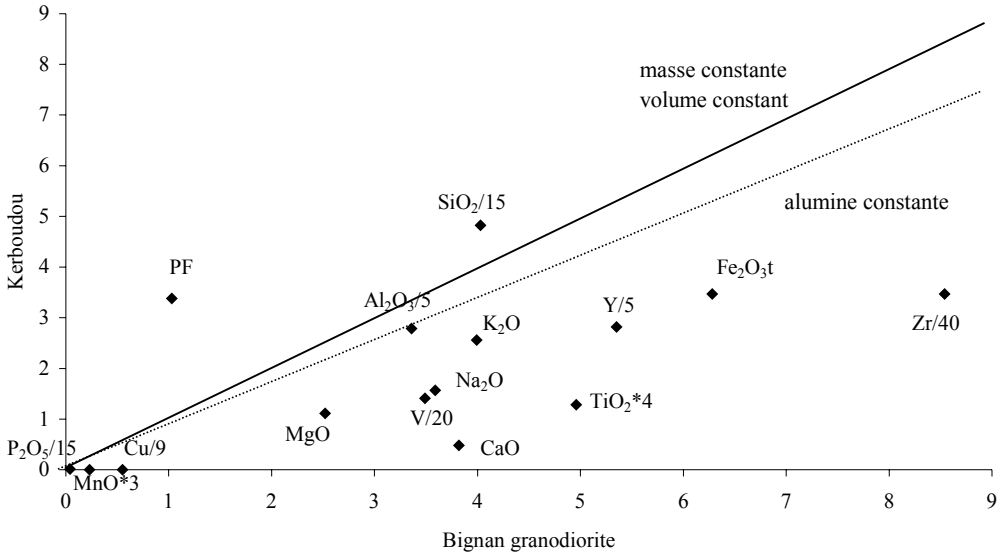


Fig. 49 Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Kerboudou (protolithe granodiorite de Bignan)

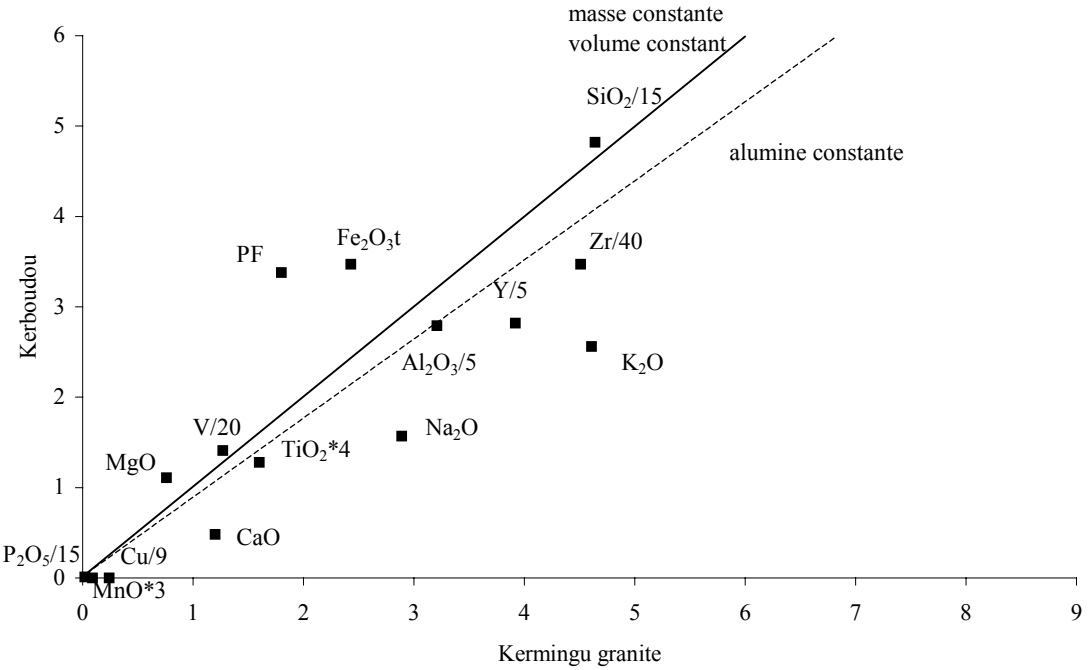


Fig. 50. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Kerboudou (protolithe granite de Kermingu)

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

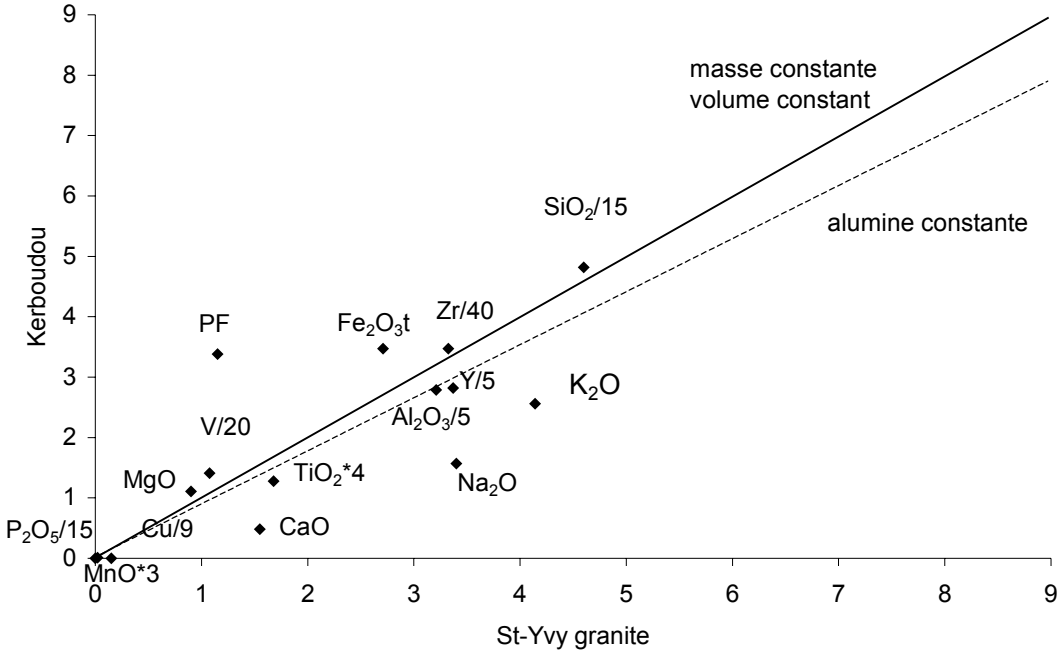


Fig. 51. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Kerboudou (protolithe type granite de St-Yvy)

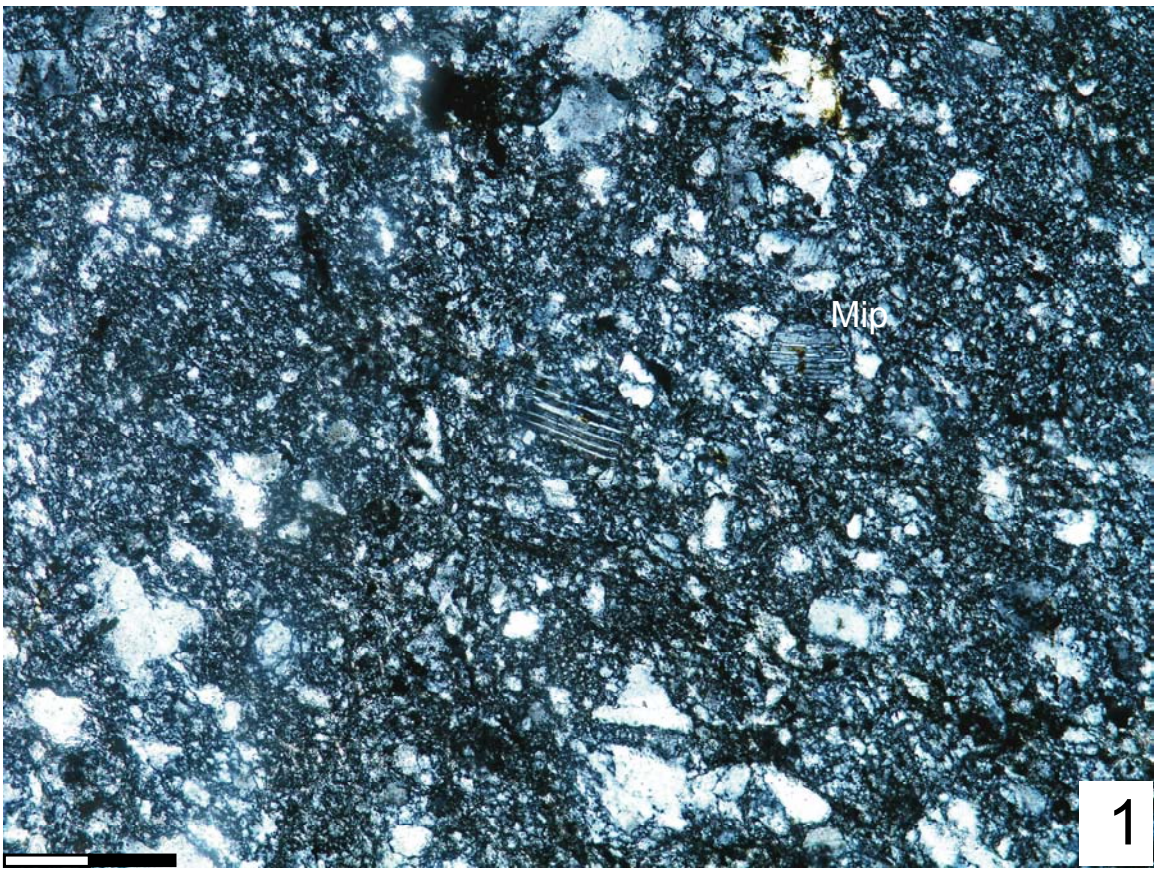


Fig. 52 Carrière de Kerigo. Brèche à feldspaths microperthitiques (Mip). Trait : 200 µm

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 40. Décompte de l'outillage du site de Creac'h Miné Vihan

Outillage	Ultramylonite/ cataclasite	Silex	Total
Eclat utilisé	17	2	19
Fragment proximale éclat utilisé	9	1	10
Fragment autre éclat utilisé	11		11
Fragment proximal lame utilisée	0	3	3
Fragment proximal lamelle utilisée	2	1	3
Fragment autre lamelle utilisée	6	0	6
Eclat tronqué	3	0	3
Fragment proximal lame tronquée	0	1	1
Eclat à coche	4	3	7
Fragment proximal éclat à coche	2	1	3
Fragment autre éclat à coche	3	1	4
Trapèze symétrique	3	2	5
Trapèze asymétrique	3	4	7
Denticulé	1	0	1
Pièce esquillée	1	1	2
Total	65	20	85

Tabl. 41. Décompte du débitage brut du site de Creac'h Miné Vihan

Débitage brut/matière	Ultamylonite / cataclasite	Silex	Phtanite	Grès éocène	Quarzite	Gneiss	Calcaire	Quartz	Total
Galet/bloc brut	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Galet/bloc testé	2	2	0	0	0	0	0	0	4
Nucléus	24	21	0	0	0	0	0	0	45
Fragment nucléus	23	6	1	0	0	0	0	0	30
Quartier d'orange	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Eclat d'entame	4	2	0	0	0	0	0	0	6
Eclat cortical	10	25	0	0	0	0	0	0	35
Fragment proximal	2	11	0	0	0	0	0	0	13
Fragments autres	5	9	0	0	0	0	0	0	14
Eclat semi-cortical	16	16	0	0	0	0	0	0	32
Fragment proximal	6	3	0	0	0	0	0	0	9
Fragments autres	4	8	0	0	0	0	0	0	12

Tabl. 42. Décompte du débitage brut du site de Creac'h Miné Vihan

Débitage brut/matière	Ultamylonite / cataclasite	Silex	Phtanite	Grès éocène	Quarzite	Gneiss	Calcaire	Quartz	Total
Eclat	142	45	0	2	2	0	0	0	191
Fragment proximal	94	79	0	1	0	0	0	0	174
Fragments autres	130	92	5	0	1	0	0	0	228
Eclat Siret	2	2	0	0	0	0	0	0	4
Fragment proximal	2	2	0	0	0	0	0	0	4
Fragments autres	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Eclat percussion sur enclume	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Fragment proximal	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Fragments autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lame de plein débitage	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fragment proximal	3	15	0	0	0	0	0	0	18
Fragments autres	5	12	0	0	0	0	0	0	17
Lamelle de plein débitage	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Fragment proximal	10	5	1	0	0	0		0	16
Fragments autres	7	12	0	0	0	0	0	0	19
Eclat thermique	1	69	0	0	0	0	0	0	70
Esquille débris	7	11	1	2	0	0	0	0	21
Esquille retouche	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Aménagement	37	7	0	0	1	0	0	0	44
Fragment proximal	6	1	0	0	0	0	0	0	7
Fragments autres	3	2	0	0	0	0	0	0	5
Casson	46	10	1	1	0	0	0	0	59
Percuteur	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Indéterminé	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total	597	470	9	6	4	1	1	1	1089

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

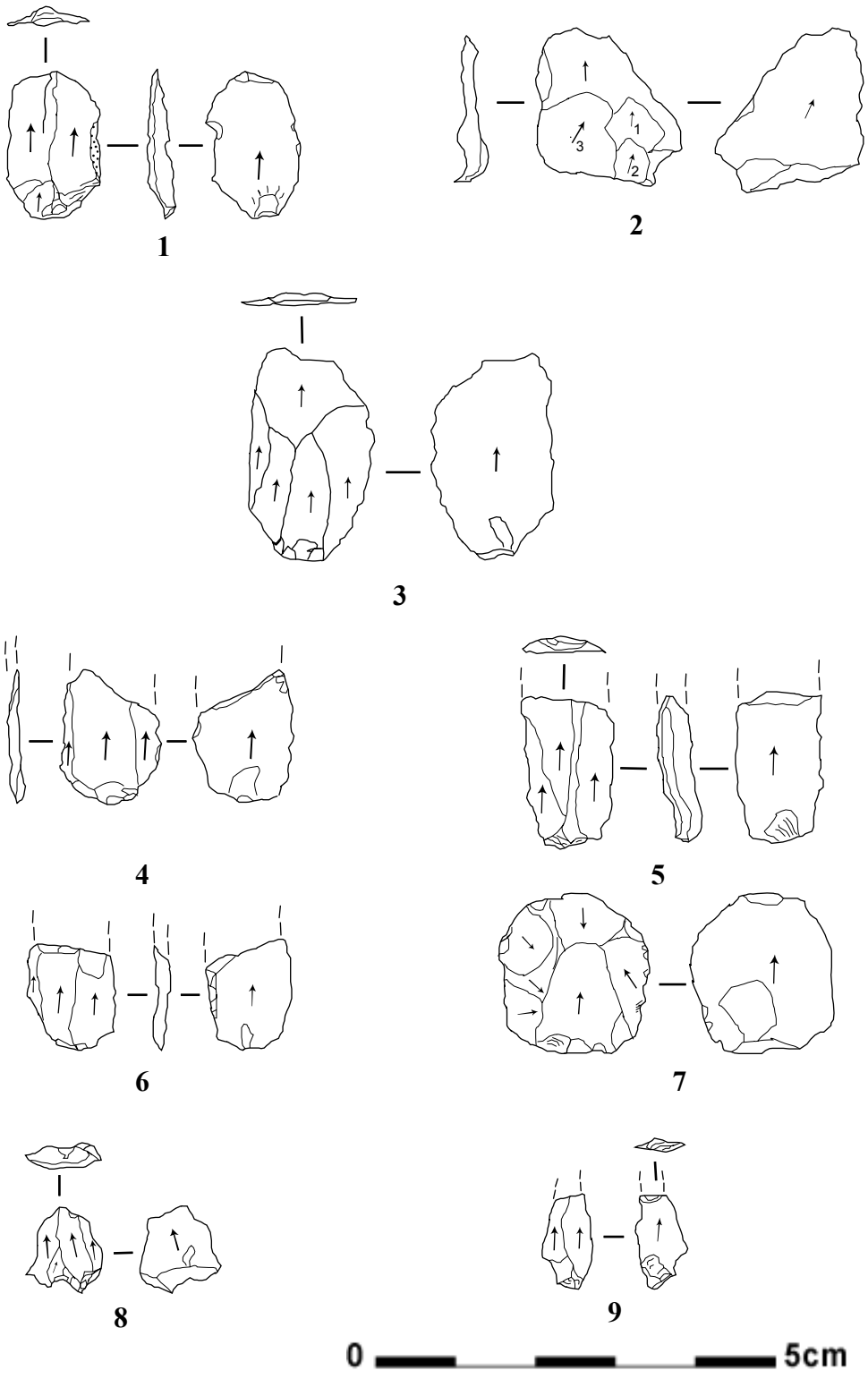


Fig. 70. Creac'h Miné Vihan. Eclats : 1. silex ; 2. grès éocène ; 3. microquartzite FL; 4 et 5. proximale lame en silex
Eclats en ultramylonite : 1. proximale d'éclat utilisé ; 2. éclat utilisé ; 3. éclat à coche en silex . 4. éclat bulbaire ; 5 proximale éclat lamellaire

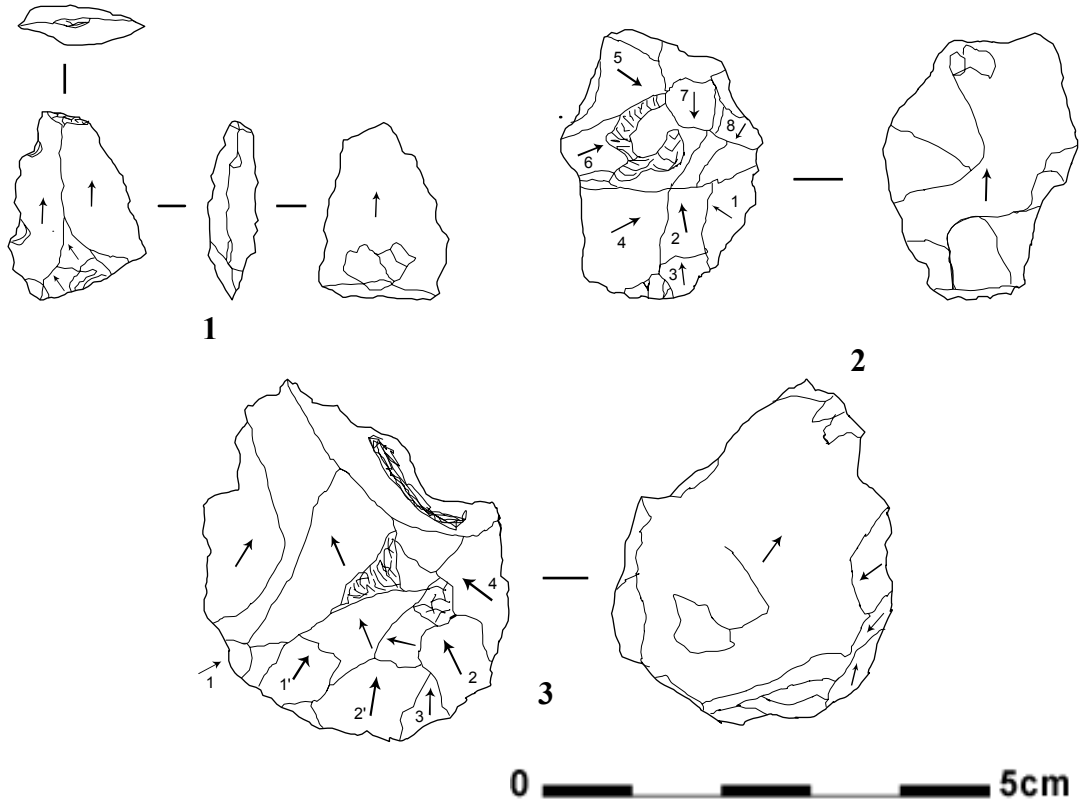


Fig. 71. Creac'h Miné Vihan. Eclats en phtanite. 1. éclat à coche en silex ; 2. éclat d'aménagement ; 3. éclat.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 50. Décompte du débitage brut du site de Cobalan

débitage brut	microquarzite	silex	grès éocène	cataclasite Mikaël	Calcédoine	quartz	total
bloc brut	1	1	0	0	0	0	2
nucléus	25	7	1	0	1	1	35
fragment nucléus	7	1	2	0	0	4	14
lame	1	1	0	0	0	0	2
fragment proximal	0	1	0	0	0	0	1
Autres fragments	2	0	0	0	0	0	2
lamelle	1	0	0	0	0	0	1
fragment proximal	1	1	1	0	0	0	3
Autres fragments	2	0	1	0	0	0	3
éclat	59	19	4	0	0	4	86
fragment proximal	50	11	2	0	1	0	64
Autres fragments	45	10	4	2	4	7	72
éclat entame	0	1	0	0	0	0	1
éclats corticaux	9	6	0	0	0	0	15
fragment proximal	0	2	0	0	0	0	2
Autres fragments	2	1	0	0	0	0	3
éclats semi-corticaux	14	2	0	0	0	1	17
Autres fragments	1	0	0	0	0	0	1
éclat aménagement	9	7	4	3	0	2	25
Autres fragments	2	0	0	0	0	0	2
éclat débordant	1	0	0	0	0	0	1
Fragment proximal	1	0	0	0	0	0	1
Autres fragments	1	0	0	0	0	0	1
éclat à crête	5	0	1	0	0	0	6
éclat siret	27	4	2	0	0	1	34
fragment proximal	1	0	0	0	0	0	1
éclat percussion enclume	0	5	0	0	0	0	5
éclat thermique	2	16	0	0	1	0	19
esquille	63	2	7	0	1	9	82
cassons	78	5	5	0	0	4	92
Eclat de gélifraction	2	0	0	0	0	0	2
Total	412	103	34	5	8	33	595

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 51. Décompte de l'outillage du site de Cobalan

outillage	microquarzite	silex	grès éocène	cataclasite Mikaël	calcédoine	quartz	Totaux
trapèze symétrique	1	0	0	0	0	0	1
trapèze asymétrique	1	1	0	1	0	0	3
triangle scalène	0	1	0	0	0	0	1
lame utilisée	1	0	0	0	0	0	1
Autres fragments lamelle utilisée	1	0	0	0	0	0	1
éclat utilisé	5	0	0	0	0	0	5
lame tronquée	1	0	0	0	0	0	1
fragment proximal	8	1	0	0	0	0	9
Autres fragments	2	0	0	0	0	0	2
lamelle tronquée	0	0	0	0	0	0	0
fragment proximal	1	0	0	0	0	0	1
éclat tronqué	0	0	0	0	0	0	0
fragment proximal	3	0	0	0	0	0	3
Autres fragments	1	0	0	0	0	0	1
lame retouchée	0	0	0	0	0	0	0
fragment proximal	0	0	0	0	0	0	0
Autres fragments	2	0	0	0	0	0	2
lame à dos naturel retouché	0	1	0	0	0	0	1
éclat retouché	26	2	0	0	1	1	30
fragment proximal	3	0	0	0	0	0	3
Autres fragments	5	0	0	1	0	0	6
fragment proximal lame à coches	0	0	0	0	0	0	0
fragments autres lame à coches	1	0	0	0	0	0	1
éclat à coches	14	1	0	0	0	1	16
fragment proximal	3	0	0	0	0	2	5
Autres fragments	3	1	0	0	0	0	4
grattoir	3	0	1	0	0	0	4
bitroncature	2	0	0	0	0	0	2
pièce esquillée	2	1	0	0	0	0	3
burin	1	0	0	0	0	0	1
denticulé	1	1	0	0	0	0	2
perçoir	0	1	0	0	0	0	1
micro-denticulé	0	0	0	0	0	1	1
Totaux	91	11	1	2	1	5	111

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

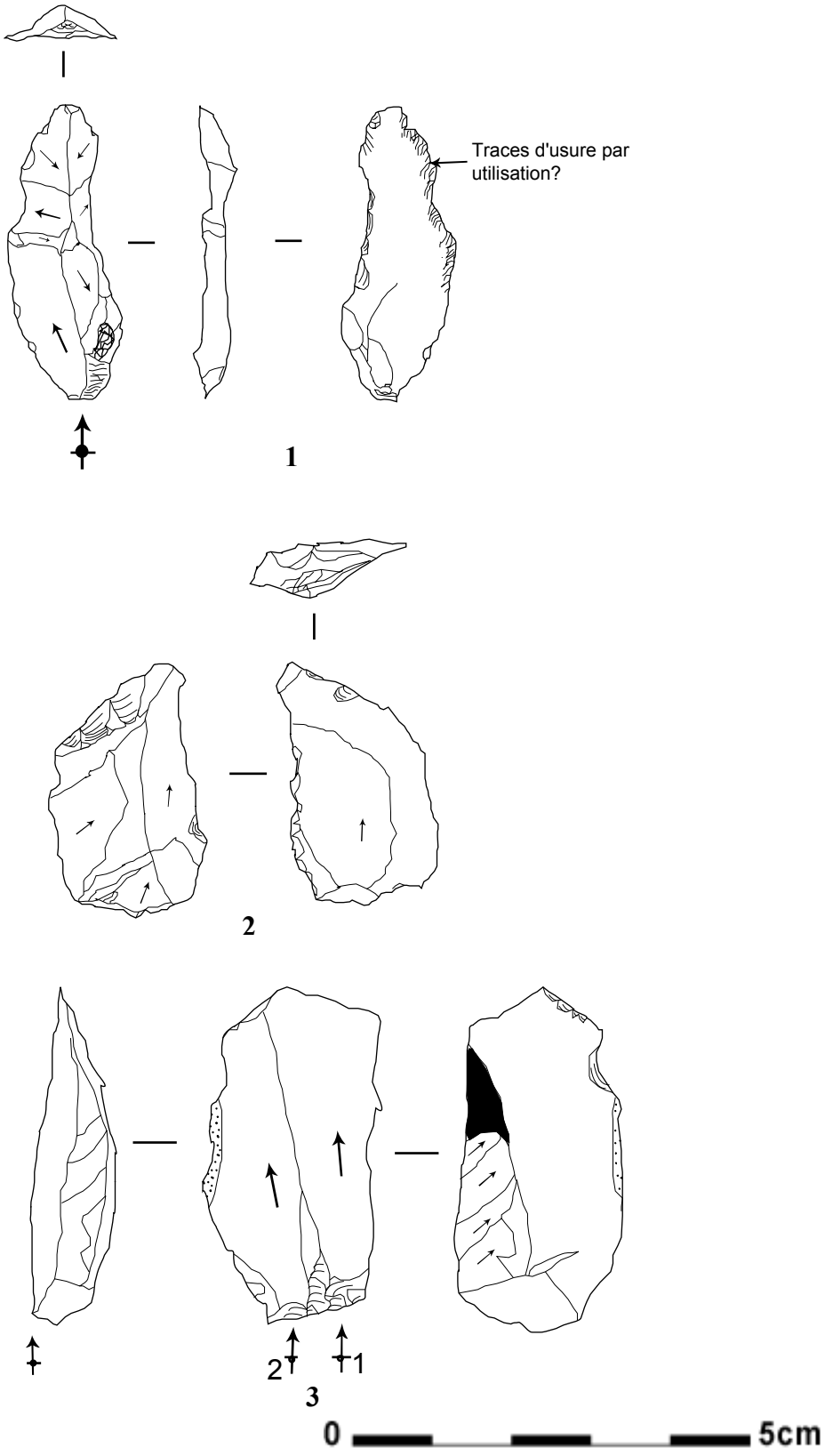


Fig. 95. Cobalan. Microquartzite FL: 1 (éclat à crête retouché), 2 (proximale lame tronquée), 3 (éclat à coche distale).

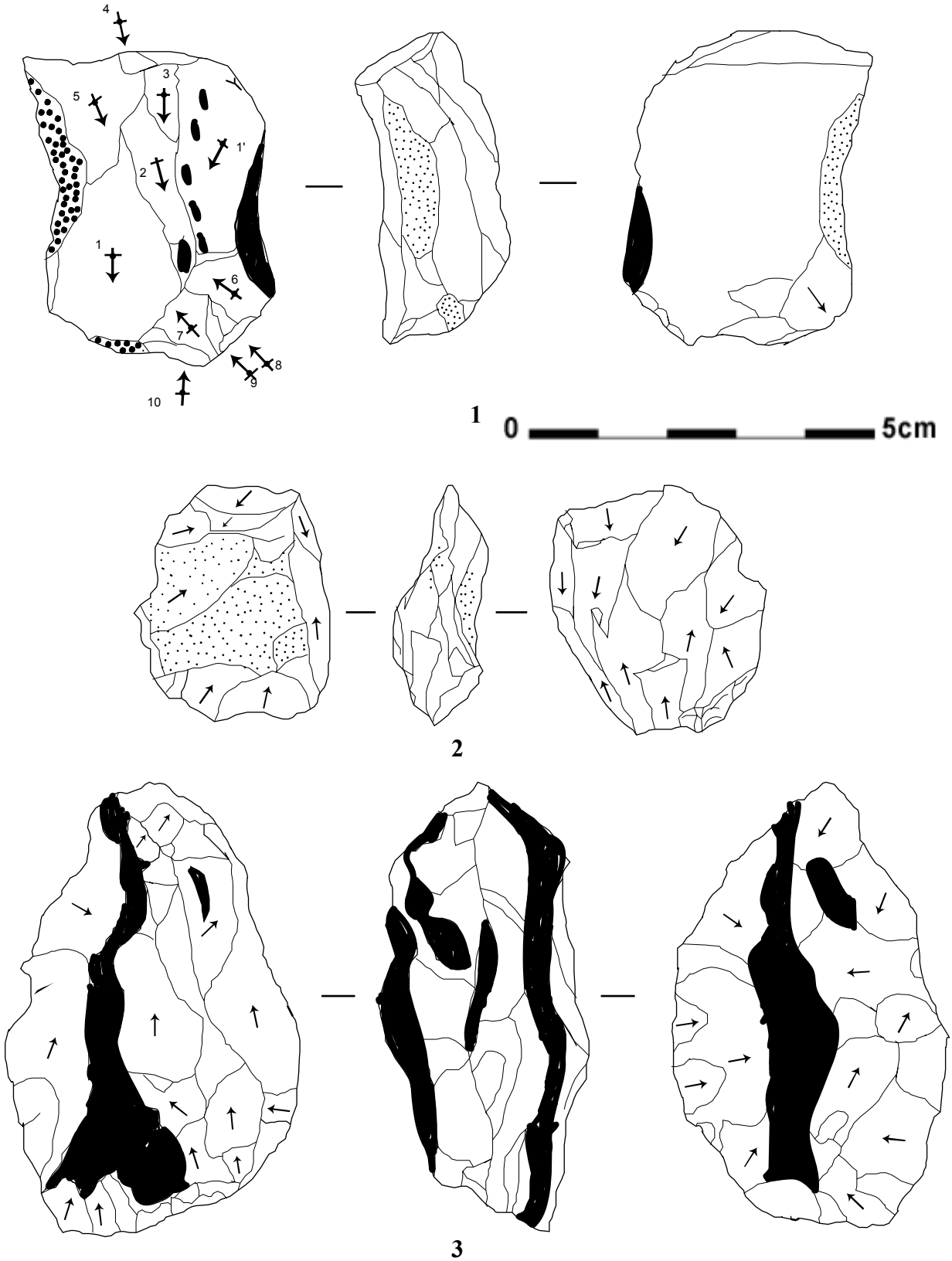


Fig. 109. Cobalan. Nucléus (microquartzite FL): 1 nucléus unipolaire, 2 nucléus bipolaire à plans de frappes sécants, 3 nucléus à enlèvements alternants.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

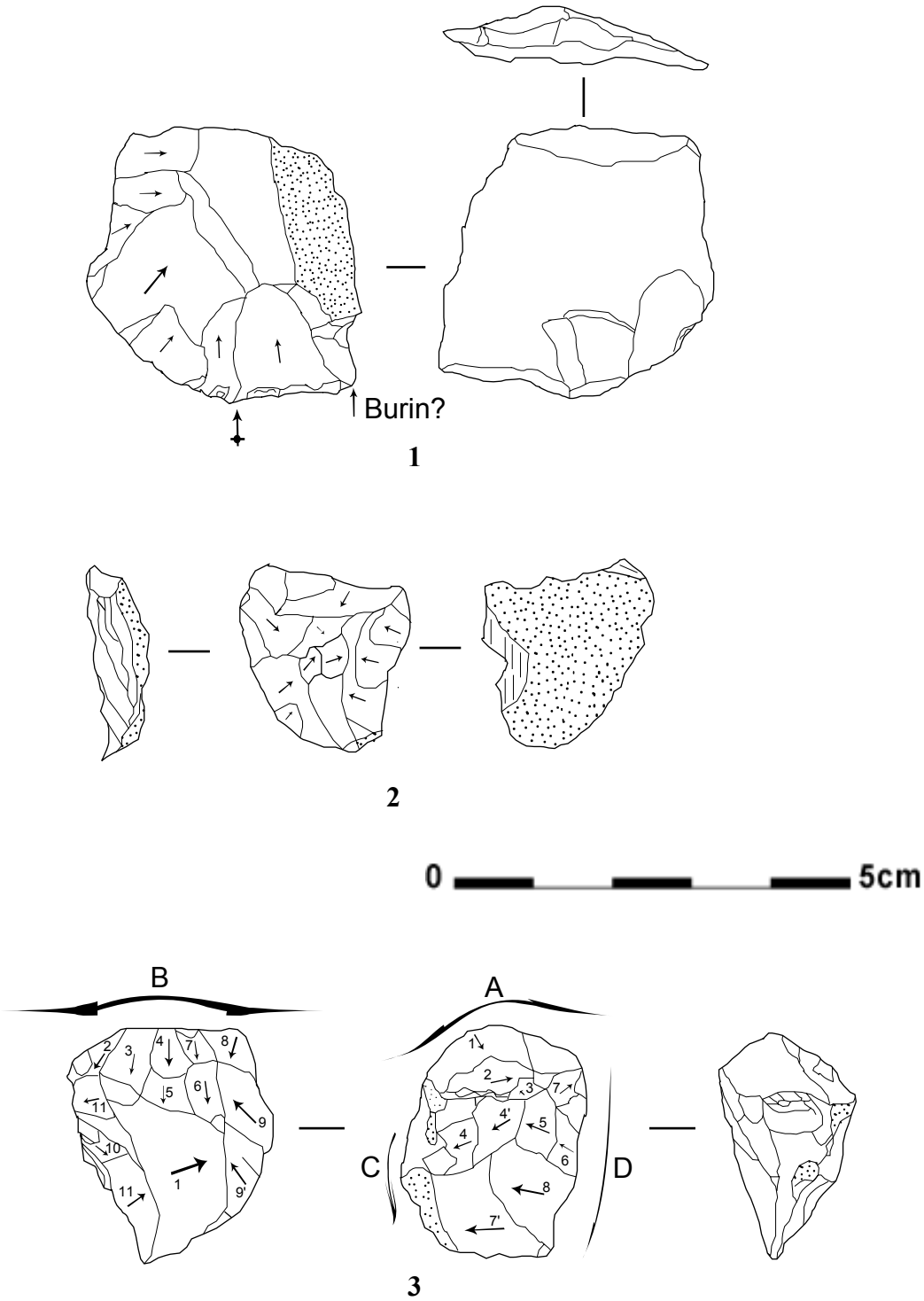


Fig. 130. Cobalan. Microquartzite FL: 1(burin). Silex : 2 et 3 (nucléus multipolaire à éclats).

Tabl. 55. Décompte du débitage brut du site du Ty Nancien.

	silex	grès Eocène	quartz	quarzite	grès fin	schiste gréseux	roche substrat	Totaux
galet	1	0	11	1	59	0	0	72
galet bisoté	0	0	0	0	1	0	0	1
galet testé	1	0	0	0	0	0	0	1
nucléus	45	0	2	0	0	0	0	47
fragment nucléus	19	1	0	2	0	0	0	22
enclume	0	0	0	0	1	0	0	1
fragment enclume	0	0	0	0	3	0	0	3
percuteurs	0	0	0	0	2	0	0	2
abraseur	0	0	0	0	1	0	0	1
aiguison	0	0	0	0	1	0	0	1
éclats	321	5	4	1	0	0	0	331
fragment proximal	192	7	O	2	0	0	0	201
autres fragments	865	13	12	9	0	0	0	899
lames	11		0	0	0	0	0	11
fragment proximal	174	5	0	0	0	0	0	179
autres fragments	106	5	0	0	0	0	0	111
lamelles	25	1	0	1	0	0	0	27
fragment proximal	290	14	4		0	0	0	308
autres fragments	535	12	6	5	0	0	0	558
lame à crête		0	0	0	0	0	0	0
fragment proximal	1	0	0	0	0	0	0	1
autres fragments	1	0	0	0	0	0	0	1
éclat à crête	1	0	0	0	0	0	0	1
éclats percussion enclume	20	0	0	0	0	0	0	20
éclats entame	8	0	0	0	0	0	0	8

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 56. Suite du décompte du débitage brut du site du Ty Nancien.

	silex	grès Eocène	quartz	quarzite	grès fin	schiste gréseux	roche substrat	Totaux
éclat débordant	1	1	0	0	0	0	0	2
éclats corticaux	58	0	0	0	0	0	0	58
fragment proximal	10	0	0	0	0	0	0	10
autres fragments	59	0	0	0	0	0	0	59
éclats semi-corticaux	27	0	0	0	0	0	0	27
fragment proximal	13	0	0	0	0	0	0	13
autres fragments	29	0	0	0	0	0	0	29
éclats aménagement	57	0	0	0	0	0	0	57
fragment proximal	3	0	0	0	0	0	0	3
autres fragments	10	0	0	0	0	0	0	10
éclat de ravivage transversal	1	0	0	0	0	0	0	1
tablette avivage	2	0	0	0	0	0	0	2
microburins	3	0	0	0	0	0	0	3
microburins type Krukowski	2	0	0	0	0	0	0	2
cassure sur coche	10	3	0	0	0	0	0	13
quartier d'orange	3		0	0	0	0	0	3
éclat siret	21	5	1	0	0	0	0	27
esquilles	128	1	2	0	0	0	0	131
esquilles aménagement	29	0	0	0	0	0	0	29
esquilles thermiques	207	0	0	0	0	0	0	207
cassons	395	8	35	14	0	1	32	485
cassons thermiques	1466	1	1	3	0	0	0	1471
éclats gel-dégel	2	0	0	0	0	0	0	2
indéterminé	8	0	0	0	0	0	0	8
Totaux	5160	82	78	38	68	1	32	5459

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 57. Décompte de l'outillage du site du Ty Nancien

	silex	grès Eocène	quartz	quarzite	Totaux
trapèzes symétriques	52	0	0	0	52
trapèzes asymétriques	21	0	0	0	21
trapèze rectangle	1	0	0	0	1
trapèze atypique	1	0	0	0	1
triangles scalènes	20	0	0	1	21
triangle isocèle	1	0	0	0	1
triangles	2	0	0	0	2
fragments armatures	53	0	0	0	53
armature ratée	1	0	0	0	1
lames tronquées	5	0	0	0	5
Fragment proximal	5	0	0	0	5
Autres fragments	11	0	0	0	11
lamelles tronquées	0	0	0	0	0
Fragment proximal	0	0	0	0	0
Autres fragments	4	0	0	0	4
éclats tronqués	4	0	0	0	4
Fragment proximal	2	0	0	0	2
Autres fragments	1	0	0	0	1
bitroncatures sur éclat	2	0	0	0	2
lames retouchées	5	0	0	0	5
Fragment proximal	20	0	0	0	20
Autres fragments	19	0	0	0	19
lamelles retouchées	4	0	0	0	4
Fragment proximal	7	0	0	0	7
Autres fragments	24	0	0	0	24
éclats retouchés	41	3	1	0	45
Fragment proximal	13	0	0	0	13
Autres fragments	31	0	0	0	31
lamelles utilisées	1	0	0	0	1
Fragment proximal	3	0	0	0	3
Autres fragments	2	0	0	0	2
lames utilisées	4	0	0	0	4
Fragment proximal	8	0	0	0	8
Autres fragments	1	0	0	0	1
éclats utilisés	10	0	0	0	10
Fragment proximal	1	0	0	0	1
Autres fragments	4	1	0	0	5
lames montbani	2	0	0	0	2
Fragment proximal	1	0	0	0	1
Autres fragments	2	0	0	0	2

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 58. Suite du décompte de l'outillage du site du Ty Nancien

	silex	grès Eocène	quartz	quarzite	Totaux
lames à coche	2	0	0	0	2
Fragment proximal	5	0	0	0	5
Autres fragments	5	0	0	0	5
lamelles à coche		0	0	0	0
Fragment proximal	2	0	0	0	2
Autres fragments	3	0	0	0	3
éclats à coches	4	0	0	0	4
Fragment proximal	2	0	0	0	2
Autres fragments	2	0	0	0	2
denticulés	6	0	0	0	6
microdenticulés	13	0	0	0	13
perçoirs	1	0	0	0	1
burins	1	0	0	0	1
double burin-denticulé	1	0	0	0	1
double burin-troncature	1	0	0	0	1
double burin-éclat retouché	1	0	0	0	1
double burin-racloir	1	0	0	0	1
double montbani-microdenticulé	2	0	0	0	2
double racloir-troncature	1	0	0	0	1
double racloir-grattoir	1	0	0	0	1
grattoirs	13	1	0	0	14
grattoirs double	1	0	0	0	1
racloirs	5	0	0	0	5
proto-armature	1	0	0	0	1
fragments nucléus utilisés	3	0	0	0	3
outil sur galet fendu	1	0	0	0	1
Totaux	467	5	1	1	474

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

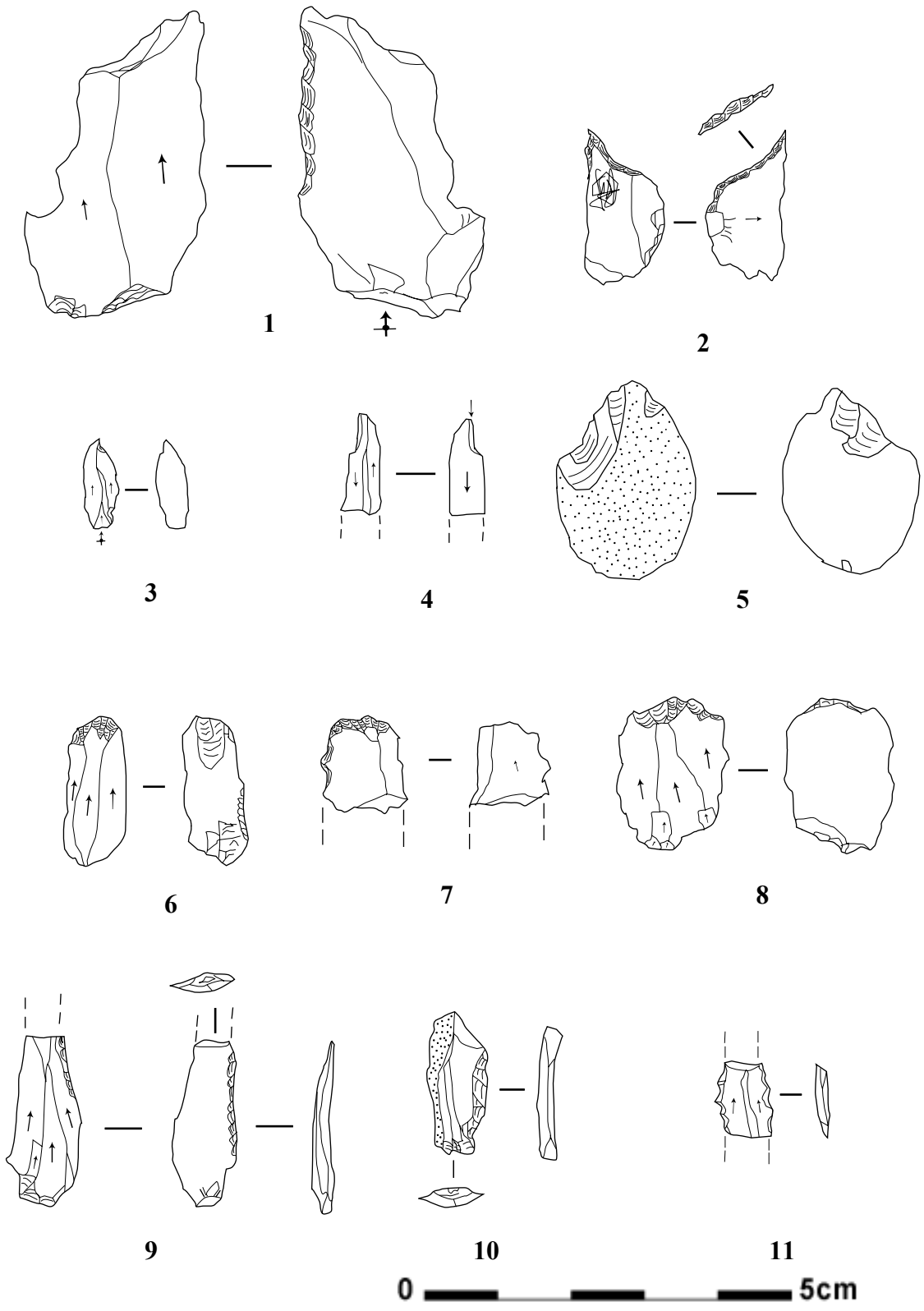


Fig. 147. Ty Nancien Outillage commun en silex. 1. éclat retouché ; 2 et 3. perçoirs ; 4. burin ; 5 galet fendu/outil ; 6 à 8. grattoirs ; 9 et 10. microdenticulés ; 11. mésiale microdenticulé sur lamelle.

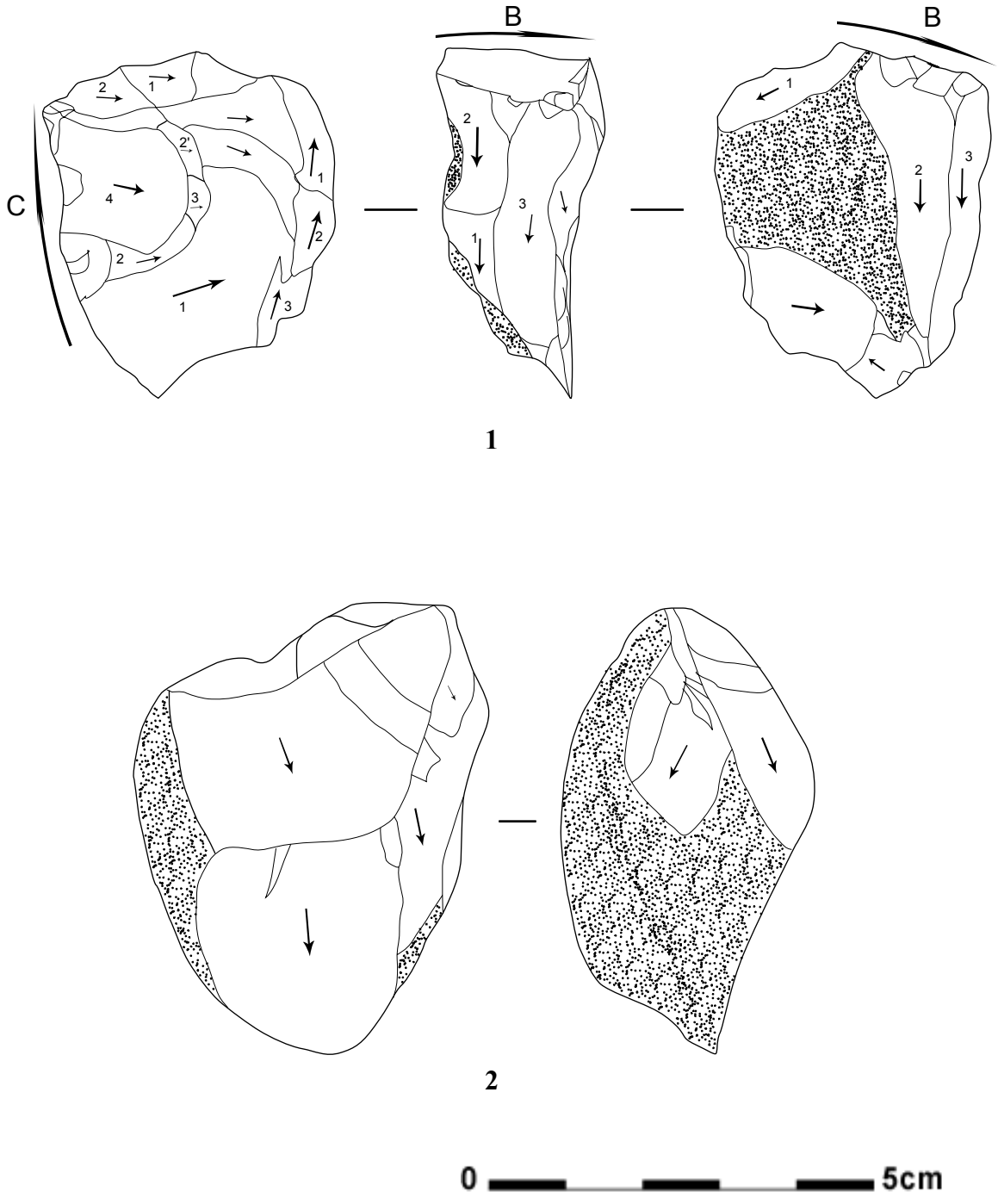


Fig. 156. Ty Nancien. Nucléus multipolaires en silex. 1. nucléus à éclats ; 2. nucléus à éclats et lames.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

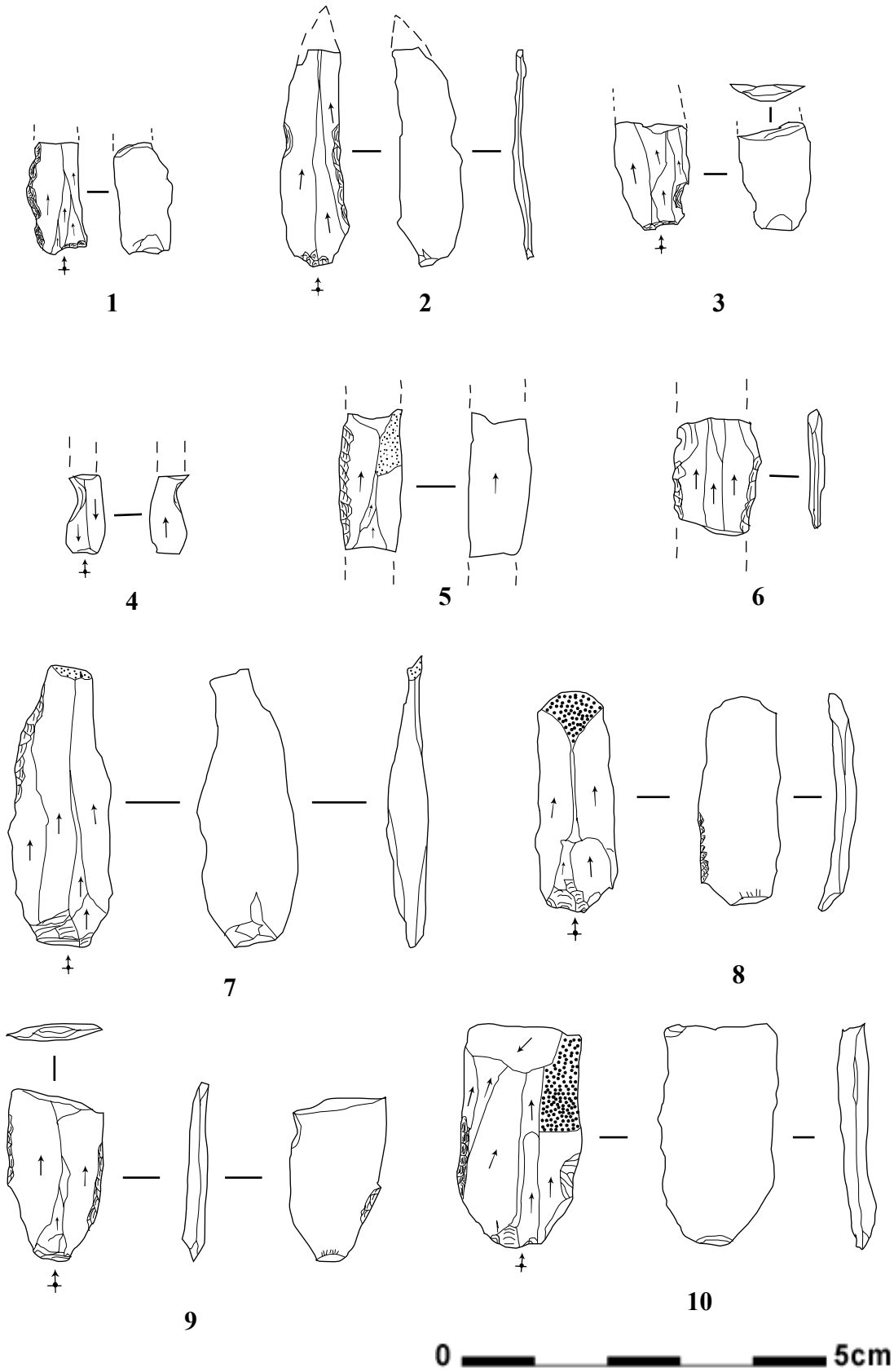


Fig. 157. Ty Nancien Outillage commun en silex. 1. proximale de lamelle Montbani ; 2. lame Montbani ; 3. proximale lame à coche ; 4 ; proximale lamelle à coche ; 5 et 6. mésiales lame retouchée ; 7 et 8. lames retouchées ; 9. proximale lame retouchée ; 10. éclat retouché.

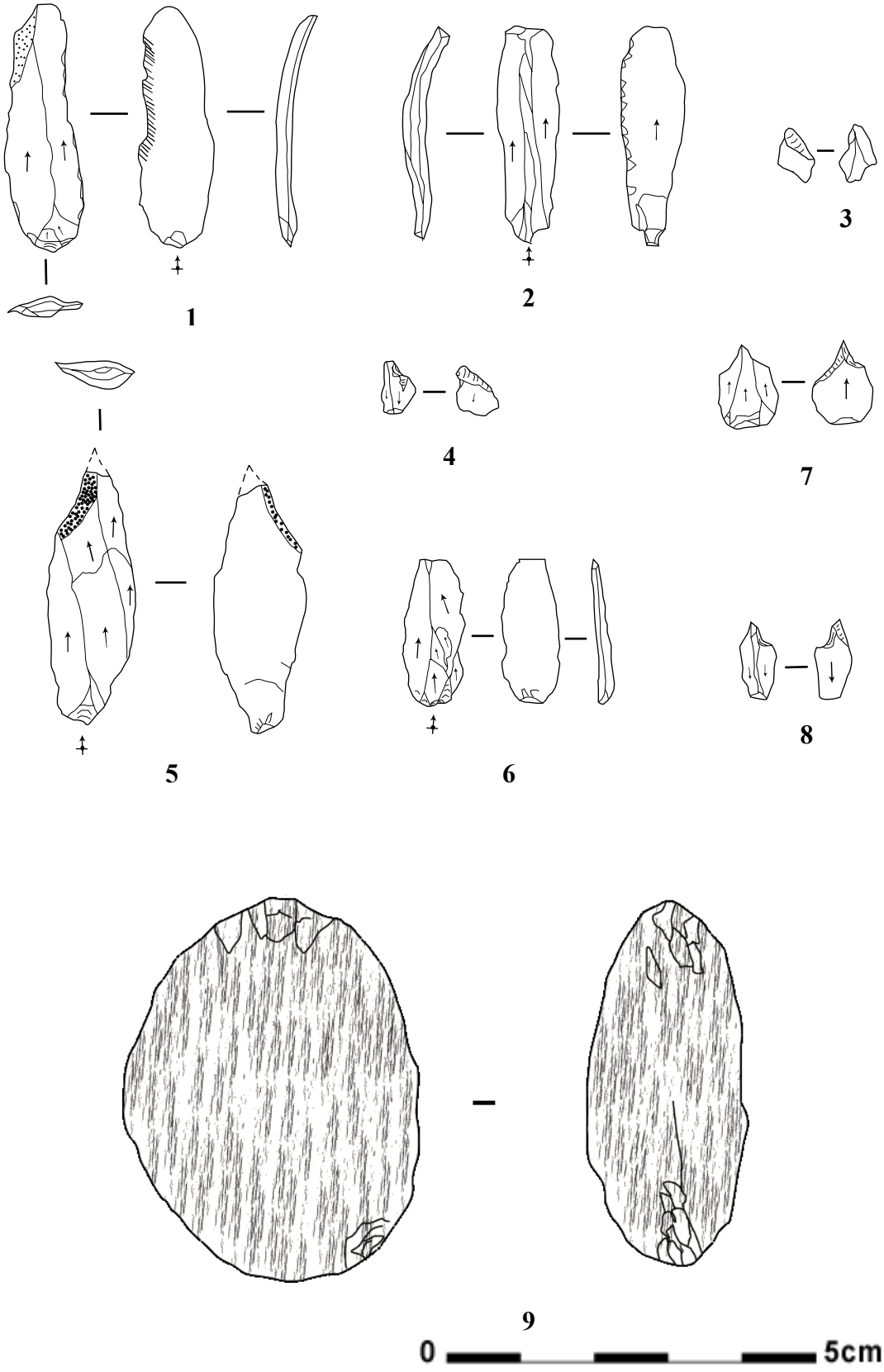


Fig. 158. Ty Nancien Outillage commun en silex. 1 et 2. lames utilisées ; 3, 4,7 et 8. microburins ; 5. éclat laminaire ; 6. lamelle ; 9. percuteur de grès calcaire fin.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

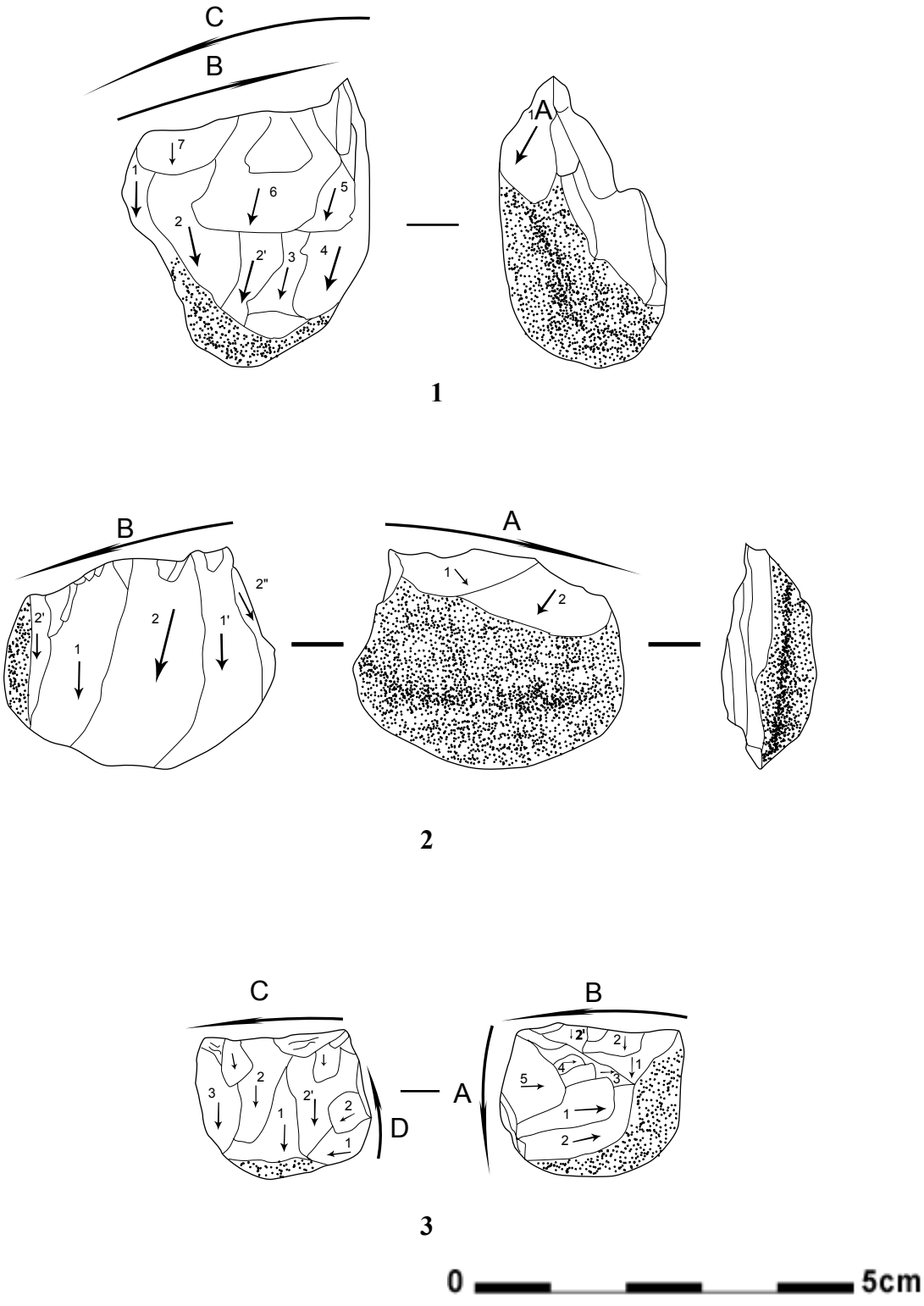
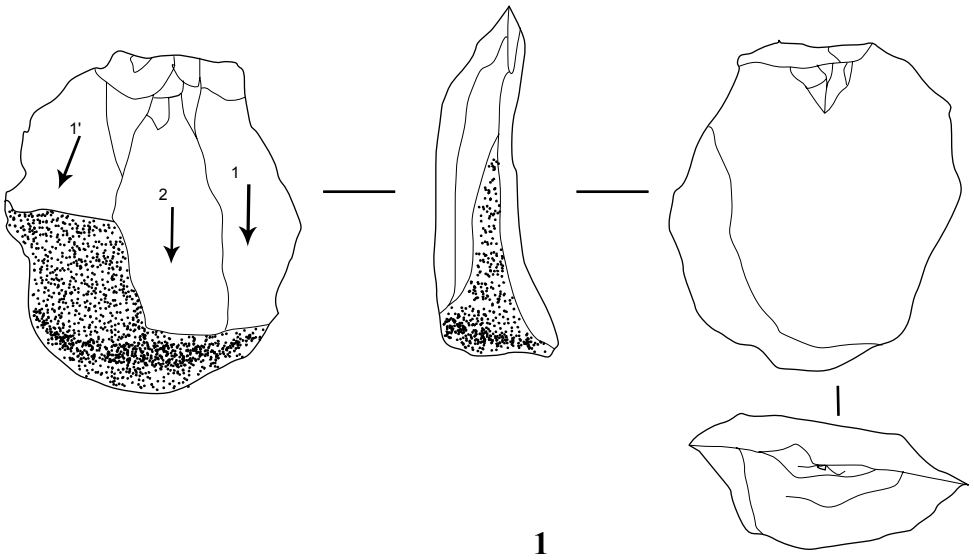


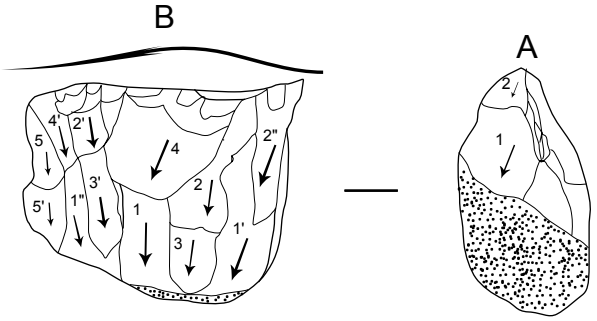
Fig. 159. Ty Nancien. Nucléus en silex. 1 et 2. unipolaires unifacial à plan de frappe étroit à lamelles et éclats ; 3. bipolaire orthogonal bifacial à lamelles et éclats.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

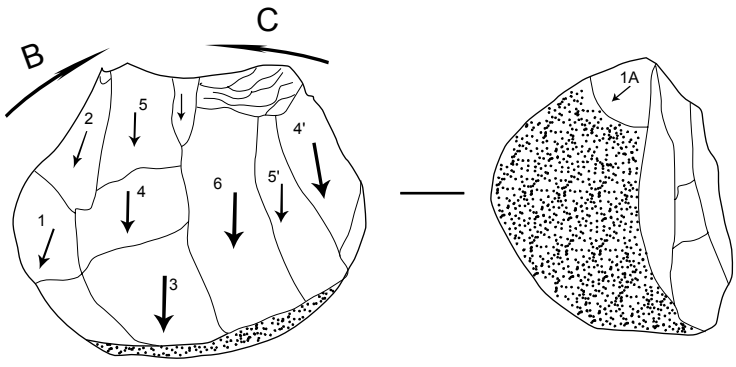
tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010



1



2



3

Fig. 160. Ty Nancien. Nucléus en silex : Nucléus unipolaires unifacial à plan de frappe étroit. 1 et 3. à lames et éclats ; 2. à lamelles et éclats

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

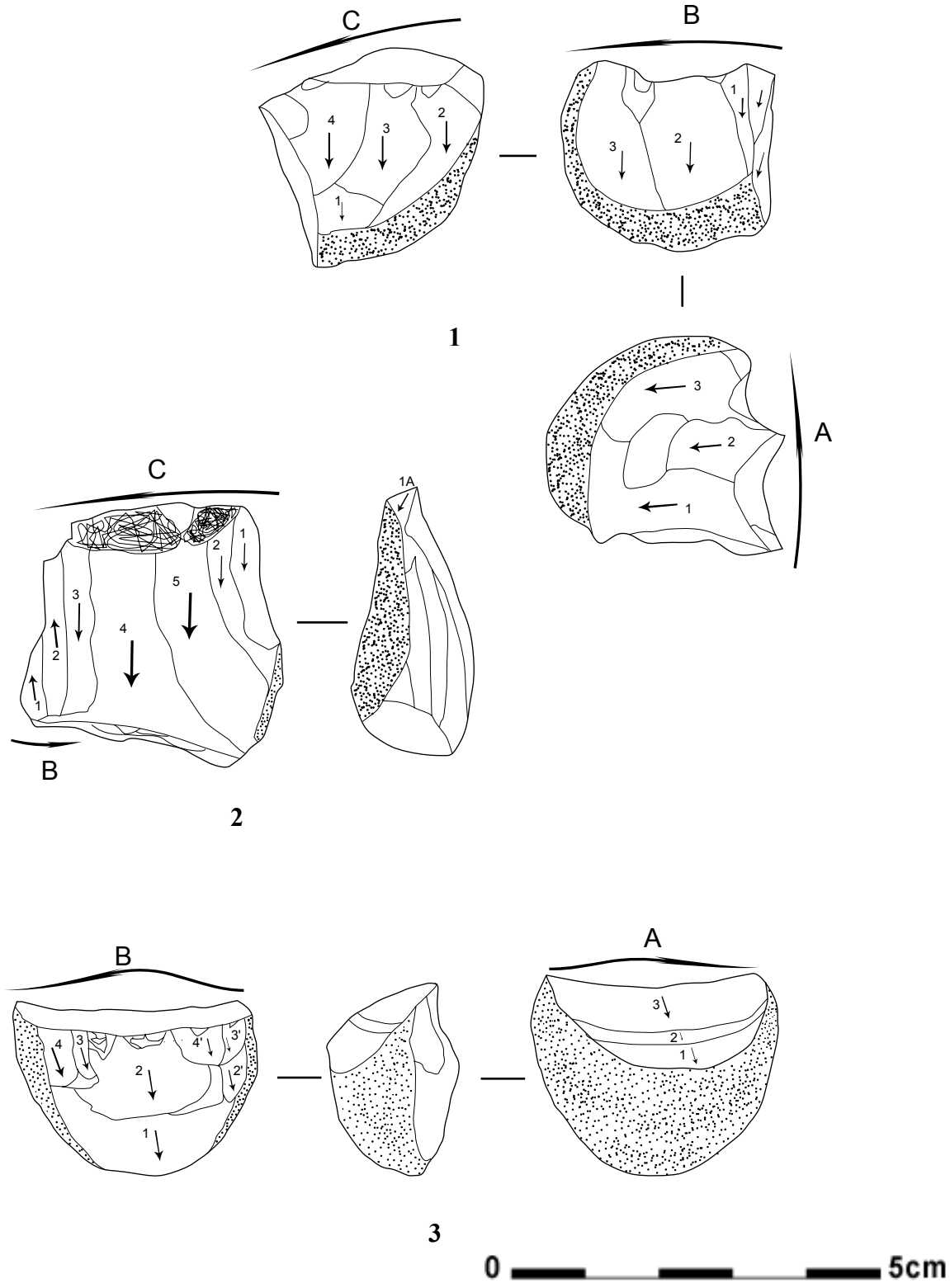


Fig. 161. Ty Nancien. Nucléus en silex. 1. multipolaire unifacial à lamelles et éclats ; 2. bipolaire unifacial à éclats et lames ; 3. unipolaire bifacial à éclats.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

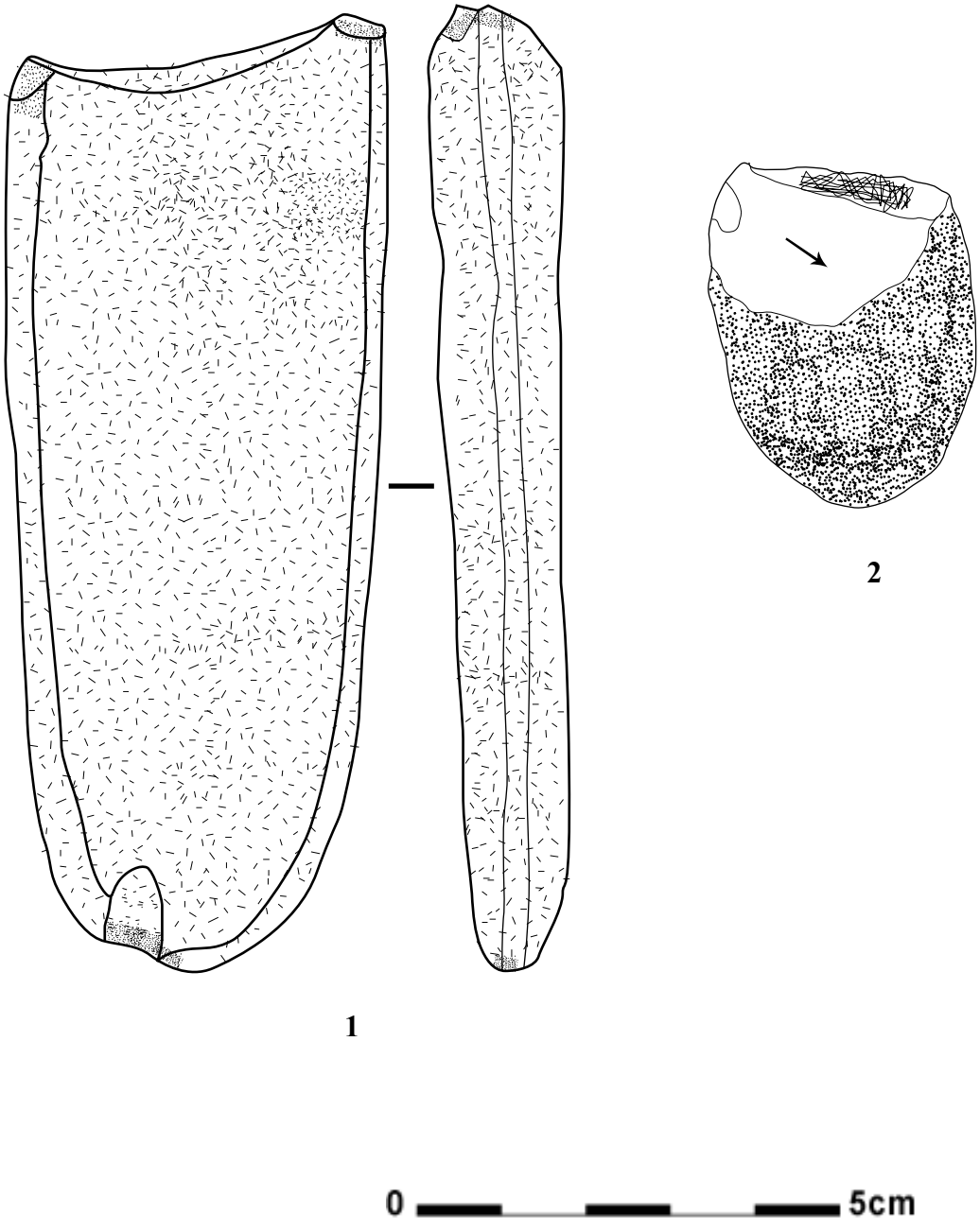


Fig. 162. Ty Nancien. 1. galet biseauté/percuteur ; 2. galet de silex testé

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

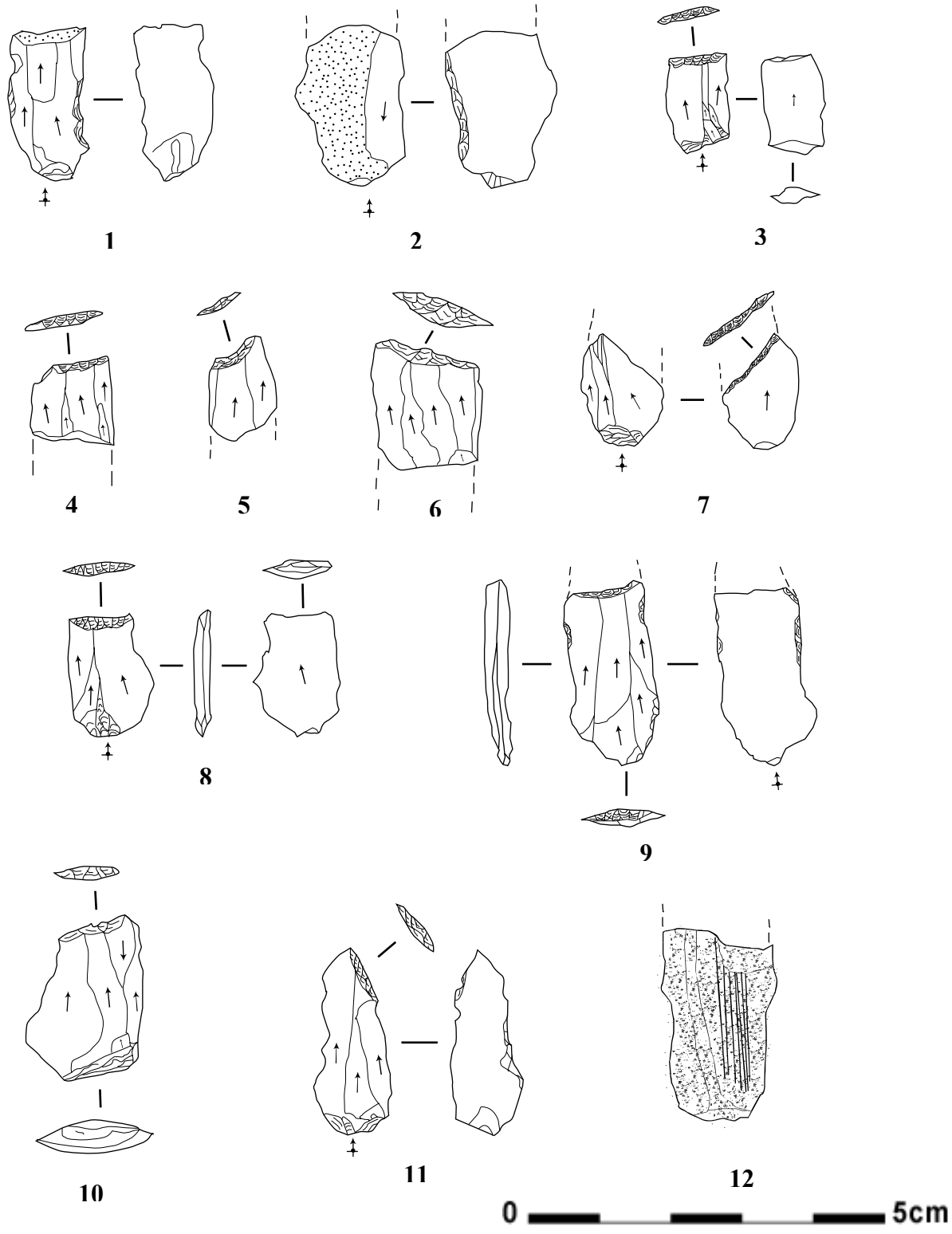


Fig. 163. Ty Nancien Outillage commun en silex. 1 et 2. denticulés ; 3. proximale lamelle tronquée ; 4 à 6. distales lame tronquée ; 7 à 10 . proximales lame tronquée ; 11. lame tronquée ; 12. abraseur en grès rougeâtre fin.

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 91. Matrice de corrélation (ensemble des prélèvements de roches)

Prélèvements	Kerhuellan.PH	Keriou.UT	Le Cosquer.CT	Creac'h.UT	Kerboudou.UT	Rônai.SI	Cinglais.SI	Rânes2.SI	Rânes1.SI	Montbert.QZTE
Kerhuellan.PH	1,00	0,99	0,28	0,80	0,88	-0,27	-0,62	0,09	-0,20	-0,72
Keriou.UT	0,99	1,00	0,25	0,76	0,88	-0,28	-0,61	0,09	-0,20	-0,73
Le Cosquer.CT	0,28	0,25	1,00	-0,04	0,63	0,48	0,17	0,74	0,55	-0,49
Creac'h.UT	0,80	0,76	-0,04	1,00	0,46	-0,52	-0,79	-0,41	-0,59	-0,39
Kerboudou.UT	0,88	0,88	0,63	0,46	1,00	0,03	-0,34	0,49	0,17	-0,84
Rônai.SI	-0,27	-0,28	0,48	-0,52	0,03	1,00	0,90	0,84	0,96	0,39
Cinglais.SI	-0,62	-0,61	0,17	-0,79	-0,34	0,90	1,00	0,65	0,87	0,62
Rânes2.SI	0,09	0,09	0,74	-0,41	0,49	0,84	0,65	1,00	0,94	-0,15
Rânes1.SI	-0,20	-0,20	0,55	-0,59	0,17	0,96	0,87	0,94	1,00	0,19
Montbert.QZTE	-0,72	-0,73	-0,49	-0,39	-0,84	0,39	0,62	-0,15	0,19	1,00
Audierne.SI	0,12	0,06	0,57	0,25	0,15	0,54	0,25	0,34	0,36	0,19
Cottereau.SIL	-0,71	-0,74	0,21	-0,50	-0,56	0,65	0,73	0,24	0,48	0,71
Moutiers.SI	-0,59	-0,60	-0,83	-0,09	-0,90	-0,20	0,10	-0,68	-0,39	0,82
Crann.mQZTE	-0,77	-0,76	-0,79	-0,32	-0,97	-0,20	0,18	-0,63	-0,34	0,78
Montbert.GE	-0,60	-0,59	-0,90	-0,14	-0,89	-0,41	-0,04	-0,78	-0,52	0,65
Bois Roc.GE	-0,81	-0,79	-0,76	-0,47	-0,94	-0,25	0,18	-0,58	-0,31	0,65
Kervouster.GE	-0,59	-0,58	-0,86	-0,14	-0,85	-0,51	-0,13	-0,81	-0,59	0,54
Plouhinec.GE	-0,73	-0,73	-0,81	-0,31	-0,93	-0,34	0,06	-0,69	-0,43	0,65
Coët Sti.CALCE	-0,70	-0,65	0,07	-0,98	-0,36	0,52	0,77	0,46	0,61	0,33
Gresay.GE	-0,90	-0,90	-0,51	-0,49	-0,98	0,14	0,47	-0,36	-0,02	0,90
St-Pair1'.SI	-0,52	-0,50	0,11	-0,75	-0,27	0,89	0,98	0,67	0,87	0,58
Vergères.SIL'	0,36	0,36	0,74	-0,17	0,68	0,73	0,45	0,96	0,83	-0,31
Merlière.SIL	-0,75	-0,71	-0,48	-0,53	-0,74	-0,37	0,04	-0,51	-0,35	0,31
Coutances.PH	-0,69	-0,67	0,33	-0,95	-0,28	0,66	0,83	0,60	0,73	0,28
Sauzinière.PH	0,84	0,80	0,07	0,97	0,56	-0,59	-0,87	-0,38	-0,62	-0,58
Vergères.SIL	-0,60	-0,57	0,26	-0,93	-0,21	0,76	0,91	0,70	0,84	0,33
Plussulien.Métadol	0,54	0,55	0,82	0,11	0,84	0,03	-0,24	0,52	0,21	-0,88
Ploubaz.DOLE	0,63	0,63	-0,23	0,81	0,32	-0,90	-0,99	-0,67	-0,88	-0,56
Ploubaz.mGRA	0,03	0,02	-0,75	0,51	-0,39	-0,85	-0,70	-0,98	-0,94	0,10
Ploubaz.RHYO	0,13	0,13	-0,84	0,54	-0,32	-0,78	-0,64	-0,91	-0,86	0,14
Ploubaz.TUF	0,86	0,85	0,15	0,83	0,68	-0,67	-0,91	-0,31	-0,61	-0,80

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 92. Matrice de corrélation (ensemble des prélèvements de roches, suite 1)

Prélèvements	Audierne.SI	Cottereau.SIL	Moutiers.SI	Crann.mQZTE	Montbert.GE	Bois Roc.GE	Kervouster.GE	Plouhinec.GE	Coët Sti.CALCE	Gresay.GE
Kerhuellan.PH	0,12	-0,71	-0,59	-0,77	-0,60	-0,81	-0,59	-0,73	-0,70	-0,90
Keriou.UT	0,06	-0,74	-0,60	-0,76	-0,59	-0,79	-0,58	-0,73	-0,65	-0,90
Le Cosquer.CT	0,57	0,21	-0,83	-0,79	-0,90	-0,76	-0,86	-0,81	0,07	-0,51
Creac'h.UT	0,25	-0,50	-0,09	-0,32	-0,14	-0,47	-0,14	-0,31	-0,98	-0,49
Kerboudou.UT	0,15	-0,56	-0,90	-0,97	-0,89	-0,94	-0,85	-0,93	-0,36	-0,98
Rônai.SI	0,54	0,65	-0,20	-0,20	-0,41	-0,25	-0,51	-0,34	0,52	0,14
Cinglais.SI	0,25	0,73	0,10	0,18	-0,04	0,18	-0,13	0,06	0,77	0,47
Rânes2.SI	0,34	0,24	-0,68	-0,63	-0,78	-0,58	-0,81	-0,69	0,46	-0,36
Rânes1.SI	0,36	0,48	-0,39	-0,34	-0,52	-0,31	-0,59	-0,43	0,61	-0,02
Montbert.QZTE	0,19	0,71	0,82	0,78	0,65	0,65	0,54	0,65	0,33	0,90
Audierne.SI	1,00	0,61	-0,13	-0,29	-0,41	-0,49	-0,50	-0,44	-0,27	0,02
Cottereau.SIL	0,61	1,00	0,34	0,37	0,14	0,27	0,06	0,23	0,43	0,70
Moutiers.SI	-0,13	0,34	1,00	0,95	0,95	0,84	0,88	0,90	0,00	0,86
Crann.mQZTE	-0,29	0,37	0,95	1,00	0,97	0,96	0,94	0,98	0,23	0,92
Montbert.GE	-0,41	0,14	0,95	0,97	1,00	0,93	0,98	0,98	0,07	0,79
Bois Roc.GE	-0,49	0,27	0,84	0,96	0,93	1,00	0,93	0,98	0,39	0,86
Kervouster.GE	-0,50	0,06	0,88	0,94	0,98	0,93	1,00	0,98	0,05	0,74
Plouhinec.GE	-0,44	0,23	0,90	0,98	0,98	0,98	0,98	1,00	0,21	0,84
Coët Sti.CALCE	-0,27	0,43	0,00	0,23	0,07	0,39	0,05	0,21	1,00	0,39
Gresay.GE	0,02	0,70	0,86	0,92	0,79	0,86	0,74	0,84	0,39	1,00
St-Pair1'.SI	0,16	0,60	0,07	0,13	-0,06	0,14	-0,16	0,02	0,76	0,38
Vergères.SIL'	0,35	0,03	-0,78	-0,79	-0,87	-0,75	-0,91	-0,84	0,24	-0,57
Merlière.SIL	-0,54	0,19	0,54	0,74	0,72	0,87	0,77	0,81	0,49	0,65
Coutances.PH	-0,01	0,60	-0,12	0,10	-0,11	0,23	-0,12	0,07	0,94	0,35
Sauzinière.PH	0,17	-0,59	-0,24	-0,43	-0,24	-0,53	-0,20	-0,39	-0,95	-0,61
Vergères.SIL	-0,04	0,52	-0,13	0,05	-0,14	0,17	-0,18	0,01	0,94	0,29
Plussulien.Métadol	0,10	-0,33	-0,96	-0,89	-0,87	-0,76	-0,79	-0,81	-0,03	-0,82
Ploubaz.DOLE	-0,23	-0,72	-0,04	-0,14	0,08	-0,16	0,15	-0,05	-0,77	-0,44
Ploubaz.mGRA	-0,36	-0,35	0,64	0,56	0,73	0,50	0,77	0,63	-0,57	0,26
Ploubaz.RHYO	-0,41	-0,45	0,64	0,52	0,71	0,44	0,72	0,57	-0,57	0,19
Ploubaz.TUF	-0,05	-0,74	-0,43	-0,54	-0,34	-0,55	-0,27	-0,45	-0,77	-0,75

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 93. Matrice de corrélation (ensemble des prélèvements de roches, suite 2)

Prélèvements	St-Pair1'.SI	Verg.SIL'	Merl.CH	Cout.PH	Sauz.PH	Verg.SIL	Plus.Métadol	Ploub.DOLE	Ploub.mGRA	Plou.RHYO	Ploub.TUF
Kerhuellan.PH	-0,52	0,36	-0,75	-0,69	0,84	-0,60	0,54	0,63	0,03	0,13	0,86
Keriou.UT	-0,50	0,36	-0,71	-0,67	0,80	-0,57	0,55	0,63	0,02	0,13	0,85
Le Cosquer.CT	0,11	0,74	-0,48	0,33	0,07	0,26	0,82	-0,23	-0,75	-0,84	0,15
Creac'h.UT	-0,75	-0,17	-0,53	-0,95	0,97	-0,93	0,11	0,81	0,51	0,54	0,83
Kerboudou.UT	-0,27	0,68	-0,74	-0,28	0,56	-0,21	0,84	0,32	-0,39	-0,32	0,68
Rônai.SI	0,89	0,73	-0,37	0,66	-0,59	0,76	0,03	-0,90	-0,85	-0,78	-0,67
Cinglais.SI	0,98	0,45	0,04	0,83	-0,87	0,91	-0,24	-0,99	-0,70	-0,64	-0,91
Rânes2.SI	0,67	0,96	-0,51	0,60	-0,38	0,70	0,52	-0,67	-0,98	-0,91	-0,31
Rânes1.SI	0,87	0,83	-0,35	0,73	-0,62	0,84	0,21	-0,88	-0,94	-0,86	-0,61
Montbert.QZTE	0,58	-0,31	0,31	0,28	-0,58	0,33	-0,88	-0,56	0,10	0,14	-0,80
Audierne.SI	0,16	0,35	-0,54	-0,01	0,17	-0,04	0,10	-0,23	-0,36	-0,41	-0,05
Cottereau.SIL	0,60	0,03	0,19	0,60	-0,59	0,52	-0,33	-0,72	-0,35	-0,45	-0,74
Moutiers.SI	0,07	-0,78	0,54	-0,12	-0,24	-0,13	-0,96	-0,04	0,64	0,64	-0,43
Crann.mQZTE	0,13	-0,79	0,74	0,10	-0,43	0,05	-0,89	-0,14	0,56	0,52	-0,54
Montbert.GE	-0,06	-0,87	0,72	-0,11	-0,24	-0,14	-0,87	0,08	0,73	0,71	-0,34
Bois Roc.GE	0,14	-0,75	0,87	0,23	-0,53	0,17	-0,76	-0,16	0,50	0,44	-0,55
Kervouster.GE	-0,16	-0,91	0,77	-0,12	-0,20	-0,18	-0,79	0,15	0,77	0,72	-0,27
Plouhinec.GE	0,02	-0,84	0,81	0,07	-0,39	0,01	-0,81	-0,05	0,63	0,57	-0,45
Coët Sti.CALCE	0,76	0,24	0,49	0,94	-0,95	0,94	-0,03	-0,77	-0,57	-0,57	-0,77
Gresay.GE	0,38	-0,57	0,65	0,35	-0,61	0,29	-0,82	-0,44	0,26	0,19	-0,75
St-Pair1'.SI	1,00	0,51	-0,03	0,77	-0,84	0,90	-0,24	-0,96	-0,70	-0,59	-0,87
Verg.SIL'	0,51	1,00	-0,70	0,36	-0,13	0,49	0,60	-0,47	-0,91	-0,79	-0,07
Merl.SIL	-0,03	-0,70	1,00	0,36	-0,48	0,20	-0,36	-0,04	0,38	0,24	-0,35
Cout.PH	0,77	0,36	0,36	1,00	-0,91	0,96	0,10	-0,86	-0,70	-0,76	-0,77
Sauz.PH	-0,84	-0,13	-0,48	-0,91	1,00	-0,92	0,30	0,87	0,47	0,46	0,93
Verg.SIL	0,90	0,49	0,20	0,96	-0,92	1,00	0,03	-0,92	-0,76	-0,74	-0,81
Plus.Métadol	-0,24	0,60	-0,36	0,10	0,30	0,03	1,00	0,18	-0,51	-0,58	0,52
Ploub.DOLE	-0,96	-0,47	-0,04	-0,86	0,87	-0,92	0,18	1,00	0,71	0,68	0,91
Ploub.mGRA	-0,70	-0,91	0,38	-0,70	0,47	-0,76	-0,51	0,71	1,00	0,96	0,37
Ploub.RHYO	-0,59	-0,79	0,24	-0,76	0,46	-0,74	-0,58	0,68	0,96	1,00	0,35
Ploub.TUF	-0,87	-0,07	-0,35	-0,77	0,93	-0,81	0,52	0,91	0,37	0,35	1,00

Tabl.94. Données de compétence des principales roches armoricain

Prélèvements	M_1 (MPa)	G_{Ic} (J;m^{-2})	Pc (0,2mm)	Pc (0,3mm)	Pc (0,4mm)	Pc (0,5mm)	Pc (0,6mm)	Pc (0,7mm)	Pc (0,8mm)	Pc (0,9mm)
Kerhuellan.PH	35,2	38,7	121	181,5	242	302,5	363	423,4	484	544,4
Keriou-st-Maur.UT	37,2	36,4	115,7	173,5	231,4	289,2	347	404,8	462,7	520,5
Le Cosquer.CM	39	42,4	129,7	194,5	259,4	324,2	389,1	454	518,7	583,6
Creac'h.UT	57	30,8	102	153,1	204,1	255,1	306,1	357,2	408,2	459,2
Kerboudou.UT	12,2	59	166	249	332	415	497	580,7	663,7	746,6
Rônai.SI	95,5	66	180,1	270,2	360,3	450,4	540,5	630,5	720,6	810,7
Cinglais.SI	115,2	69,6	188	282	376	467	564	657,8	751,8	846
Rânes2.SI	48,7	64,1	176,6	265	353,2	441,5	530	618,1	706,5	794,7
Rânes1.SI	77,5	80,6	210	314,7	420	524,5	629,4	734,3	839,2	944,1
Montbert.QZTE	78,3	36,4	115,6	173,5	231,3	289,1	347	404,7	462,6	520,4
Audierne.SI	57	36,8	116,6	174,8	233,2	291,5	349,7	408	466,3	524,6
Cottereau.SIL	60	36,1	114,8	172,2	229,6	287	344,4	402	459,2	516,6
Moutiers.SI	67	29,5	98,7	148,2	197,5	247	296,3	345,7	395,1	444,5
Crann.MQZTE	61,5	26	89,5	134,3	179	223,7	268,5	313,2	358	402,7
Montbert.GE	60,4	22,2	79,7	119,6	159,5	199,3	239,2	279,1	319	358,8
Bois.GE	48,8	17,7	67,5	101,2	135	168,7	202,4	236,2	270	303,6
Kervouster.GE	50,4	12,3	51,4	77,1	102,7	128,4	154,1	180	205,5	231,1
Plouhinec.GE	57,7	14,4	57,7	86,6	115,5	144,3	173,2	202	231	260
Cët.CAL	39,6	35,5	113,4	170	226,7	283,4	340,1	397	453,5	510,1
Gresay,GE	71,1	30,5	101,2	151,7	202,3	253	303,5	354,1	404,7	455,3
St-Pair1'.SI	77,5	53	153	229,5	306	382,5	459,1	535,5	612,1	688,6
Vergères.SIL'	50,5	77	202,6	304	405,3	506,6	608	709,3	811	912
Merlière.SIL	35,2	24	84,6	127	169,2	211,5	254	296,1	338,5	380,6
Coutances.PH	37,3	42	128,2	192,3	256,4	320,5	384,5	448,6	513	577
Sauzinière.PH	35	21	76,2	114,4	152,5	190,6	228,7	266,8	305	343,1
Vergères.SIL	46	68	184,2	276,4	368,5	460,6	552,7	649	737,02	829,2
Plussulien.MD	7,2	42,1	129	193,5	258	322,5	387	451,4	516	580,4
Ploubaz.DOL	25,6	17,5	66,7	100,2	133,5	167	200,3	233,7	267,1	300,4
Ploubaz.MGRA	43,3	14,5	58	87	116	145	174	202,7	232	260,6
Ploubaz.RHYO	59,3	15,5	61	91,5	122	152,5	183,1	213,5	244,1	274,6
Ploubaz.TUF	11,5	18,3	69	103,5	138	172,5	207,1	241,6	276,1	310,6

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

TABLES

Table des figures

Fig. 1. Modèle Numérique de Terrain du Massif armoricain……..……23
Fig. 2. Courbes des variations apparentes du niveau marin en Bretagne depuis 10 000 ans…24
Fig. 3. Calibration des dates radiocarbones de quelques sites du Mésolithique ancien et moyen en Bretagne……..……46
Fig. 4. Calibration des dates radiocarbone du Mésolithique récent et final en Bretagne, Loire-Atlantique et Vendée……...……..48
Fig. 5. Calibration des dates radiocarbone du Mésolithique récent et final en Bretagne, Loire-Atlantique et Vendée……...……..49
Fig. 6. Calibration des dates radiocarbone du Néolithique Ancien Centre Atlantique au sud de la Loire……..50
Fig. 7. Calibration des dates radiocarbone du Villeneuve-Saint-Germain en Bretagne…..….51
Fig. 8. Calibration des dates radiocarbone du Néolithique moyen dans l'Ouest de la France……....52
Fig. 9. Calibration des dates radiocarbone du Néolithique récent dans l'Ouest de la France...53
Fig. 10. Calibration des dates radiocarbone du Néolithique récent dans l'Ouest de la France.54
Fig. 11. Calibration des dates radiocarbone du Néolithique final dans l'Ouest de la France...55
Fig. 12. Calibration des dates radiocarbone du Néolithique final dans l'Ouest de la France...56
Fig. 13. Grands domaines structuraux du Massif Armoricain et Principaux cisaillements…..61
Fig. 14. Carte géologique simplifiée du Massif Armoricain…….……62
Fig. 15. Cycle de la silice en mer……..66
Fig. 16. Localisation des principaux affleurements de galets de silex littoraux armoricains...67
Fig. 17. Dépôts pléistocènes marins du Cap Sizun et de la Baie d'Audierne…….…..70
Fig. 18. Carte géologique de la région de St-Brice-sous-Rânes……...72
Fig. 19. Carte géologique de la zone de Ronai…….74
Fig. 20. Carte géologique des Moutiers-en-Cinglais…..……..75
Fig. 21. Tri d'une roche sédimentaire……..……..80
Fig. 22. Carte géologique de la région de la région de Montbert…..……...……86
Fig. 23. Localisation des affleurements de grès éocènes de Kervouster……...……94
Fig. 24. Carte géologique du Cotentin méridional……..112
Fig. 25. Carte géologique simplifiée de la Bretagne nord……...……...114
Fig. 26. Carte géologique simplifiée de la Région de Belle Isle en Terre……..115
Fig. 27 Carte structurale simplifiée du Cisaillement Sud Armoricain entre Quimper et Querrien……..127
Fig. 28 Carte de localisation des échantillons d'analyses chimiques et pétrographiques réalisées au sein du Cisaillement Sud Armoricain……..……128
Fig. 29. Spectre des terres rares normalisées/Chondrites des échantillons géologiques et archéologiques d'ultramylonites et cataclasites du CSA……..……29
Fig. 30. Classiffication des ultramylonites, cataclasites et protolithes du CSA……..141
Fig. 31. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de l'affleurement de Cosqueriou-an-Eac'h (protolithe granite de St-Yvy)…….……..485
Fig. 32. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de la carrière de Gourlizon (protolithe granodiorite de Bignan)…….485
Fig. 33. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de la carrière de Gourlizon (protolithe granite de Kermingu)……..……..486
Fig. 34. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Trébihan (protolithe granite de St-Yvy)……486

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Fig. 35. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Kervoën (protolithe granite de Kermingu)……..……..487

Fig. 36. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Kervoën (protolithe granite de St-Yvy)……..……..487
Fig. 37. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Kervoën (protolithe granodiorite de Bignan)……...……488
Fig. 38. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de Cosqueriou-an-Eac'h (protolithe granite de St-Yvy)……...……..488
Fig. 39. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de la Villeneuve (protolithe granodiorite de Bignan)……..489
Fig. 40. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de la Villeneuve (protolithe granite de Kermingu)…….……489
Fig. 41. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de la Villeneuve (protolithe granite de St-Yvy)…….……..490
Fig. 42. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de Creac'h Miné Vihan (protolithe granodiorite de Bignan)……...……..490
Fig. 43. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de Creac'h Miné Vihan (protolithe granite de Kermingu)……...…….491
Fig. 44. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites du site de Creac'h Miné Vihan (protolithe granite de St-Yvy)……...……..491
Fig. 45. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de la carrière de Kerigo (protolithe granodiorite de Bignan)……..492
Fig. 46. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de la carrière de Kerigo (protolithe granite de Kermingu)…….…….492
Fig. 47. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de la carrière de Quinipily (protolithe granodiorite de Bignan)…….493
Fig. 48. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de la carrière de Quinipily (protolithe granite de Kermingu)……..……..493
Fig. 49. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Kerboudou (protolithe granodiorite de Bignan)……..……494
Fig. 50. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Kerboudou (protolithe granite de Kermingu)……...……494
Fig. 51. Diagramme isocone de Grant des ultramylonites de Kerboudou (protolithe type granite de St-Yvy)…….……..495
Fig. 52. Carrière de Kerigo. Brèche à feldpaths microperthitiques……...……..495
Fig. 53. Carte géologique simplifiée de l'extrémité orientale de Morlaix……..143
Fig. 54. Carte géologique de la bordure méridionale du Léon…….……..149
Fig. 55. Localisation du site Mésolithique final de Creac'h Miné Vihan……..…….157
Fig. 56. Pourcentages en matériaux (débitage brut) du site de Creac'h Miné Vihan……..159
Fig. 57. Schémas de distribution des pièces par matériaux suivant la planigraphie de Creac'h Miné Vihan…….……159
Fig. 58. Histogramme comparé en nombre minimum d'individus en silex et ultramylonite sur le site de Creac'h Miné Vihan…….……160
Fig. 59. Taux des différents types de talons en fonction du matériau (Creac'h Miné Vihan)……..161
Fig. 60. Variation de la nature des talons d'éclats d'aménagement en fonction du matériau (Creac'h Miné Vihan)……165
Fig. 61. Variation de la largeur et de l'épaisseur des éclats en silex en fonction de la longueur (Creac'h Miné Vihan)……...……..166

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Fig. 62. Variation de l'épaisseur et de la largeur des éclats de plein débitage en ultramylonite suivant la longueur (Creac'h Miné Vihan)……..……..167
Fig. 63. Pourcentages des types de talon en fonction des éclats en silex et ultramylonite (Creac'h Miné Vihan)…….169
Fig. 64. Creac'h Miné Vihan. Nucléus en ultracataclasite…….173
Fig. 65. Creac'h Miné Vihan. Nucléus en ultramylonite cataclasée……...174
Fig. 66. Creac'h Miné Vihan. Nucléus……..…….175
Fig. 67. Histogramme de répartition des modalité de débitage des nucléus en silex suivant leur état thermique (Creac'h Miné Vihan)…….176
Fig. 68. Creac'h Miné Vihan. Nucléus en silex ……..…...178
Fig. 69. Creac'h Miné Vihan. Nucléus en silex……...……...179
Fig. 70. Creac'h Miné Vihan. Eclats……..494
Fig. 71. Creac'h Miné Vihan. Eclats…….495
Fig. 72. Histogramme comparé en nombre minimum d'individus (outillage) entre silex et ultramylonite sur le site de Creac'h Miné Vihan…….181
Fig. 73. Pourcentages relatifs en outils entre l'ultramylonite et le silex (Creac'h miné Vihan)……..…182
Fig. 74. Pourcentages des talons en matériaux (outillage) du site de Creac'h Miné Vihan....182
Fig. 75. Corrélation entre la largeur et la longueur des trapèzes asymétriques (Creac'h Miné Vihan)…….184
Fig. 76. Creac'h Miné Vihan. Armatures……..……..185
Fig. 77. Corrélation entre la largeur et la longueur des trapèzes asymétriques (Creac'h Miné Vihan)……..187
Fig. 78. Variation des paramètres morphométriques des armatures trapézoïdales de Creac'h Miné Vihan…….187
Fig. 79. Rapports Longueur/Largeur des trapèzes symétriques de Creac'h Miné Vihan…...188
Fig. 80. Rapports Longueur/Largeur des trapèzes asymétriques de Creac'h Miné Vihan….188
Fig. 81. Diagramme des longueurs fonction des largeurs d'éclats utilisés en ultramylonites et cataclasites (Creac'h Miné Vihan)……..……190
Fig. 82. Diagrammes l = f(L) et e =f(L) des éclats utilisés en ultramylonites et cataclasites (Creac'h Miné Vihan)……...……..191
Fig. 83. Diagrammes comparés dés longueurs fonction d'éclats en ultramylonites et cataclasites (Craec'h Miné Vihan)…….191
Fig. 84. Distribution de certains marqueurs du Mésolithique final en Bretagne……..……192
Fig. 85. Localisation du site de Cobalan…….194
Fig. 86. Pourcentage relatif des roches sur le site de Cobalan……....195
Fig. 87. Pourcentages en nombre minimum d'individus du débitage brut de Cobalan……..197
Fig. 88. Pourcentages des produits non désirés sur le site de Cobalan……...197
Fig. 89. Pourcentages des produits d'entretien du débitage sur le site de Cobalan……....198
Fig. 90.Variation du rapport Longueur/Largeur des éclats semi-corticaux en microquartzite sur le site de Cobalan…….199
Fig. 91. Diagramme L=f(l) des éclats d'aménagement sur le site de Cobalan……..…….200
Fig. 92. Taux minimum d'individus (éclats) au sein du débitage brut. Variation selon la roche (Cobalan)…….200
Fig. 93. Taux minimum de lames et lamelles par matériau au sein du débitage brut (Cobalan)……...……..201
Fig. 94. Cobalan. Microquartzite FL…….498
Fig. 95. Diagramme L=f(l) des éclats comparé à celui des éclats retouchés selon le microfaciès des microquartzites (Cobalan)…….202
Fig. 96. Diagramme L=f(l) des éclats de Cobalan……...……...203

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Fig. 97. Etat thermique des éclats en silex (Cobalan)…….203
Fig. 98. Graphique L=f(l) des éclats en silex (Cobalan)…….204
Fig. 99. Graphique L=f(L/l) des éclats en silex (Cobalan)…….204
Fig. 100. Taux d'utilisation des techniques de débitage sur les éclats en silex (Cobalan)….204
Fig. 101. Taux minimum de nucléus et de blocs bruts par matière (Cobalan)……...…205
Fig. 102. Cobalan. Nucléus à lamelles……...…….207
Fig. 103. Influence de la microstructure des microquartzites sur les modalités de débitage des nucléus (Cobalan)...……208
Fig. 104. Comparaison des dimensions des nucléus en microquartzite et des produits du débitage (Cobalan)……...……...208
Fig. 105. Modalités de débitage des nucléus en silex (Cobalan)……209
Fig. 106. Comparaison des dimensions des nucléus en silex et des produits du débitage (Cobalan)……...……. 209
Fig. 107. Cobalan. Nucléus discoïdes…...……...……..211
Fig. 108. Cobalan. Nucléus (microquartzite FL)……499
Fig. 109. Schéma conceptuel du débitage des microquartzites du site de Cobalan……...212
Fig. 110. Dimensions des éclats siret face aux éclats de plein débitage et des éclats retouchés en microquartzite (Cobalan)……213
Fig. 111. Cobalan : Eclats laminaires débordants (microquartzite FL)……..214
Fig. 112. Cobalan. Pièces esquillées……...……216
Fig. 113. Schéma d'exploitation de la percussion bipolaire sur enclume sur silex (Cobalan)…….217
Fig. 114. Cobalan. Bitroncature sur éclat (microquartzite FL)……..217
Fig. 115 Cobalan. Eclat à coche sur éclat épais (microquartzite FL)……..…218
Fig. 116. Outillage du site de Cobalan……218
Fig. 117. Importance du microfaciès sur la nature des éclats à coches (Cobalan)……..219
Fig. 118. Variation du nombre de coches sur les éclats en microquartzite (Cobalan)……219
Fig. 119. Variation de la longueur des éclats à coches suivant leur largeur et le microfaciès (Cobalan)…….220
Fig. 120. Variation de l'épaisseur des éclats à coches suivant leur largeur et les microfaciès (Cobalan)…….220
Fig. 121. Variation de la largeur des éclats à coches suivant leur largeur et le microfaciès (Cobalan)…….221
Fig. 122. Variation de l'outillage sur support lamino-lamellaire en fonction de la nature de la roche (Cobalan)……...……222
Fig. 123. Taux minimum par type d'outil sur éclat en fonction de la nature de la roche (Cobalan)…….222
Fig. 124. Variation de la Longueur des éclats retouchés suivant le microfaciès de microquartzite (Cobalan)……223
Fig. 125. Cobalan. Eclats retouchés en microquartzite FL……...….224
Fig. 126. Proportions en outils selon les matériaux (Cobalan)…….225
Fig. 127. Cobalan. Grattoirs (microquartzite FL)…….....227
Fig. 128. Cobalan. Microquarzites FL……...……227
Fig. 129. Cobalan. Trapèzes armatures……..…….228
Fig. 130. Cobalan. Microquartzite FL…….……500
Fig. 131. Taux des matériaux de la collection de Kerhuellan…….....230
Fig. 132. Répartition des outils suivant le type d'éclat et le faciès de phtanite au sein de l'outillage du site de Kerhuellan……...……..234
Fig. 133. Stratigraphie de Beg-er-Vil d'après les rapports de fouilles de 1987 et des travaux de G. Marchand……..……..236

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Fig. 134. Beg-er-Vil. Nucléus……241
Fig. 135. Beg-er-Vil. Nucléus……243
Fig. 136. Beg-er-Vil. Armatures……..……..244
Fig. 137. Localisation du site de Ty Nancien……246
Fig. 138. Coupe stratigraphique d'Ouest en Est (Ty Nancien)……...247
Fig. 139. Orientation de pierres dessinant une forme de structure en creux (Ty Nancien)....247
Fig. 140. Schéma de l'organisation spatiale (Ty Nancien)……248
Fig. 141. Variation de la quantité et de la nature des vestiges suivant la profondeur (Ty Nancien)..……248
Fig. 142. Proportions des matériaux au sein du débitage brut du site de Ty Nancien……249
Fig. 143. Ty Nancien. Nucléus à éclats en silex ……....251
Fig. 144. Proportions des différents types de produits du débitage brut du Ty Nancien……252
Fig. 145. Variation des dimensions des négatifs de débitage sur nucléus (Ty Nancien)……252
Fig. 146. Variation de la longueur d'allongement maximal des armatures trapézoïdales (Ty Nancien)..……253
Fig. 147. Ty Nancien Outillage commun en silex……..……505
Fig. 148. Proportions des produits lamino-lamellaires suivant le nombre de pans (Ty Nancien)……..……253
Fig. 149. Corrélation entre les largeurs des armatures symétriques et produits lamino-lamellaires (Ty Nancien)……254
Fig. 150. Variation de la largeur des lames et lamelles du débitage brut et de l'outillage sur support lamino-lamellaire (Ty Nancien)……...……..254
Fig. 151. Décompte des types de talons présents au sein du débitage brut et de l'outillage (Ty Nancien)……..……255
Fig. 152. Ty Nancien. Nucléus discoïde à éclats en silex……..……..256
Fig. 153. Ty Nancien. Nucléus bipolaire orthogonal à éclats en silex……256
Fig. 154. Variation du nombre d'enlèvements ou produits débités suivant le nombre de phases de débitage observée (Ty Nancien)……..……256
Fig. 155. Ty Nancien. Nucléus en silex……..……258
Fig. 156. Ty Nancien. Nucléus multipolaires en silex……...……506
Fig. 157. Ty Nancien Outillage commun en silex……..……507
Fig. 158. Ty Nancien Outillage commun en silex……..508
Fig. 159. Ty Nancien. Nucléus en silex……..509
Fig. 160. Ty Nancien. Nucléus en silex……..……510
Fig. 161. Ty Nancien. Nucléus en silex……..511
Fig. 162. Ty Nancien. Macro-outillage…..……512
Fig. 163. Ty Nancien Outillage commun en silex……..513
Fig. 164. Histogramme en pourcentages du nombre minimum d'individus de l'outillage (Ty Nancien)……..259
Fig. 165. Composition des armatures (Ty Nancien)……...260
Fig. 166. Latéralisation de la petite base des trapèzes symétriques (Ty Nancien)……..260
Fig. 167. Histogramme des pourcentages de trapèzes symétriques par classes (Ty Nancien)……...……...261
Fig. 168. Ty Nancien Armatures……261
Fig. 169. Ty Nancien . Armatures……...……262
Fig. 170. Ty Nancien. Outillage commun……...……265
Fig. 171. Pourcentages en nombre minimum d'individus des produits retouchées suivant la nature du support (Ty Nancien)……..……265

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Fig. 172. Pourcentages en nombre minimum d'individus des produits utilisés suivant la nature du support (Ty Nancien)……..……..266
Fig. 173. Proportions en matériaux du site des Emerillères pour le Mésolithique…….269
Fig. 174. Répartition des outils des Emerillères (outillage du Mésolithique final sensus stricto)…….271
Fig. 175. Stratigraphie du site de la Gilardière……..……274
Fig. 176. Proportions en roches de la collection de la Gilardière……...……275
Fig. 177. Modalités de débitage par catégories de produits (la Gilardière)……277
Fig. 178. pourcentage des différents outils communs de la Gilardière……...…278
Fig. 179. Répartition des types d'armatures de la Gilardière en fonction des collections……...280
Fig. 180. Proportion du silex au sein de l'industrie de Bellevue en comparaison aux autres matériaux...……..281
Fig. 181. Composition de l'outillage du Néolithique ancien s.s. du site de Bellevue……285
Fig. 182. Bellevue. Outillage……..287
Fig. 183. Bellevue. Outillage……..288
Fig. 184. Bellevue. Armatures……290
Fig. 185. Bellevue. Outillage……..291
Fig. 186. Répartition des divers matériaux au sein de l'industrie du Haut-Mée……294
Fig. 187. Schéma de l'empreinte d'un indenteur Vickers et diagonales générées ($2a_1$ et $2a_2$)……...……...305
Fig. 188. Schéma du Système PR 35……...308
Fig. 189. Schéma d'une empreinte Vickers engendrant une fissuration (fissures $2C_1$ et $2C_2$)……..……...310
Fig. 190. Les modes d'ouverture de fissure……311
Fig. 191. Schéma d'une éprouvette type d'essai SENB……....312
Fig. 192. Variation de la dureté Vickers des ultramylonites et cataclasites sud armoricaines……318
Fig. 193. Variation de la dureté Vickers des cataclasites du cisaillement nord armoricain……...……319
Fig. 194. Catégorisation des valeurs de dureté Vickers des microquarzites type FL…….320
Fig. 195. Analyse comparée des moyennes de dureté Vickers des principales roches métamorphiques des cisaillements nord et sud armoricains……...321
Fig. 196. Variation de la dureté Vickers moyennes par échantillon de silex de la Baie d'Audierne……..……322
Fig. 197. Variation de la dureté Vickers moyennes par échantillon de silex de la vallée du Saint-Pair1'…….322
Fig. 198. Variation de la dureté Vickers moyennes par échantillon de silex de la plage des Moutiers-en-Retz……323
Fig. 199. Variation de la dureté Vickers moyennes par échantillon de silex des Rânes 1…..323
Fig. 200. Evolution de la dureté Vickers du silex de Rânes 2……..……..324
Fig. 201. Variation de la dureté Vickers moyennes par échantillon de silex de Rônai……..324
Fig. 202. Variation de la dureté Vickers moyennes par échantillon de silex des Moutiers-en-Cinglais……..……325
Fig. 203. Evolution de la moyenne de la dureté suivant les affleurements de silex du littoral armoricain et des bassins sédimentaires bas-normands…….326
Fig. 204. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers des principales formations à phtanites armoricains……..……...327
Fig. 205. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers de quelques grès éocènes du Massif armoricain……..……328

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Fig. 206. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers par échantillon de quartzarénites de Montbert (Lieu de l'église)……329
Fig. 207. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers des silcrètes vendéennes et calcédoine morbihannaise……..…….330
Fig. 208. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers du microgranite de Ploubazlanec……...……331
Fig. 209. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers de la dolérite de Ploubazlanec……...……331
Fig. 210. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers du tuf de Ploubazlanec……..332
Fig. 211. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers de la rhyolite de Ploubazlanec……...……332
Fig. 212. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers comparés des roches magmatiques et volcano-sédimentaires (Paléolithique moyen) et de la métadolérite type A de Plussulien (Néolithique moyen à final)……...……333
Fig. 213. Graphique des valeurs moyennes de dureté Vickers de la métadolérite type A de Plussulien……..……..334
Fig. 214. Synthèse de la variation du module d'élasticité des ultramylonites et cataclasites du CSA en fonction du coefficient de Poisson……...…….335
Fig. 215. Variation du module d'élasticité des cataclasites du gisement de Le Cosquer en fonction du coefficient de Poisson……..336
Fig. 216. Variation du module d'élasticité des formations métamorphiques du Massif armoricains du Mésolithique final en fonction du coefficient de Poisson……..338
Fig. 217. Variation du module d'élasticité des silex du littoral atlantique et des argiles Bas-normandes en fonction du coefficient de Poisson……...339
Fig. 218. Synthèse de la variation du module d'élasticité des phtanites armoricains en fonction du coefficient de Poisson……...……341
Fig. 219. Variation du module d'élasticité des grès éocènes sur le Massif armoricain suivant le coefficient de Poisson…….342
Fig. 220. Variation du module d'élasticité des silcrètes vendéennes et de la calcédoine morbihannaise en fonction du coefficient de Poisson…….344
Fig. 221. Variation du Module d'Young de la dolérite de Ploubazlanec en fonction du coefficient de Poisson……...……..345
Fig. 222. Variation du Module d'Young de la métadolérite de type A de Plussulien en fonction du coefficient de Poisson……..……345
Fig. 223. Variation du Module d'Young des formations du Paléolithique moyen et du Néolithique moyen et final armoricain……..…….346
Fig. 224. Variation de la ténacité des silex littoraux armoricains et des argiles à silex bas-normands…….347
Fig. 225. Variation de la ténacité des silcrètes vendéennes……...….348
Fig. 226. Variation de la ténacité des formations gréseuses armoricaines…….……...….348
Fig. 227. Variation de la ténacité des ultramylonites, cataclasites et microquartzites des cisaillements nord et sud armoricains……...…..349
Fig. 228. Evolution de la ténacité des principales formations de phtanites armoricains…....350
Fig. 229. Téna.cité des roches du Paléolithique moyen face à la métadolérite type A de Plusssulien du Néolithique moyen à final……...……351
Fig. 230. Analyse comparée de la ténacité suivant la méthode par indentation et de l'entaille SENB……..352
Fig. 231. Variation de la fragilité des matériaux armoricains et normands……354
Fig. 232. Schéma d'agrégation (ensemble de prélèvements de roches)…….....357

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Fig. 233. Projection des sites échantillonnés suivant les axes factoriels F1 et F2 des roches……..361
Fig. 234. Projection des variables mécaniques suivant les axes factoriels F1 et F2 des roches…….362
Fig. 235. Projection des variables mécaniques suivant les axes factoriels F1 et F2 des échantillons par roche……..……..363
Fig. 236. Projection des échantillons de roches suivant les axes factoriels F1 et F2 des échantillons……..……..364
Fig. 237. Histogramme de variation de l'indice de performance (M_1) et de l'énergie de fracturation (G_{Ic}) des principales roches sur le Massif armoricain…….368
Fig. 238. Variation de la force d'éclatement en fonction de l'épaisseur des éclats et de la nature de la roche……..…….369
Fig. 239. Cartographie des sous-classes de roches selon leurs propriétés au débitage et à l'utilisation…….……..370
Fig. 240. Position des principaux sites du Mésolithique récent final à forte exploitation des phtanites vendéennes……..……..……..……378
Fig. 241. Aires principales de concentration en roches au sein des ensembles lithiques du Téviécien……...……..382

Table des planches

Pl. 1. Silex des Moutiers-en-Retz…….…….82
Pl. 2. Grès éocène de Montbert……...……..88
Pl. 3. Grès éocène de Montbert (suite)……..……90
Pl. 4. Grès éocène de Kervouster……..……96
Pl. 5. Grès éocène du Bois du Rocher…….……..98
Pl. 6. Silcrètes du Cottereau……..……..104
Pl. 7. Silcrètes ferrugineuses des Vergères……106
Pl. 8. Silcrètes de la Merlière……..108
Pl. 9. Phtanites massifs de Callac……..……..120
Pl. 10. Phtanites de Coutances et de la Sauzinière……..……122
Pl. 11. Ultramylonites et Cataclasites de Tréméven……..……132
Pl. 12. Ultramylonites et Cataclasites de Tréméven (suite)……..……..134
Pl. 13. Cataclasites de Mikaël……144
Pl. 14. Microquartzites orthodérivés…….……..150
Pl. 15. Microquartzites orthodérivés (suite)……..……152

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Table des tableaux

Tabl.1. Corrélations entre zones polliniques, associations polliniques et subdivisions préhistorique en Armorique……..……27
Tabl. 2 . Valeurs moyennes de $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ des groupes âge/sexe des sites de Téviec et Hoëdic…….……..33
Tabl. 3. Principaux points du système chronologique de J.-G. Rozoy (1978b) et G. Marchand (1999), au Sud de la Bretagne et à l'embouchure de la Loire…….……..39
Tabl. 4. Principaux points du système chronologique d'O. Kayser (1989, 1991) et de G. Marchand (1999) pour les phases anciennes au Sud de la Bretagne……..……..39
Tabl. 5. Récapitulatif des datations radiocarbone du Mésolithique ancien et moyen dans l'Ouest de la France……471
Tabl. 6. Récapitulatif des datations radiocarbone du Mésolithique récent et final dans l'Ouest de la
France…….…….471
Tabl. 7. Récapitulatif des datations radiocarbone du Mésolithique récent et final dans l'Ouest de la France (suite 1)……...472
Tabl. 8. Récapitulatif des datations radiocarbone du Mésolithique récent et final dans l'Ouest de la France (suite 2)……..…….473
Tabl. 9. Récapitulatif des datations radiocarbone du Villeneuve-Saint-Germain dans l'Ouest de la France…….……474
Tabl. 10. Récapitulatif des datations radiocarbone du Néolithique ancien Centre atlantique dans l'Ouest de la France……..……..475
Tabl. 11. Récapitulatif des datations radiocarbone du Néolithique moyen dans l'Ouest de la France……..476
Tabl. 12. Récapitulatif des datations radiocarbone du Néolithique récent dans l'Ouest de la France…….……477
Tabl. 13. Récapitulatif des datations radiocarbone du Néolithique récent dans l'Ouest de la France (suite)……..……478
Tabl. 14. Récapitulatif des datations radiocarbone du Néolithique final dans l'Ouest de la France……..……479
Tabl. 15. Récapitulatif des datations radiocarbone du Néolithique final dans l'Ouest de la France (suite)…….……..480
Tabl. 16. Analyses géochimiques des ultramylonites et cataclasites du Mésolithique final armoricain……..……138
Tabl. 17. Analyses géochimiques des ultramylonites et cataclasites de gisements bruts du CSA…….138
Tabl. 18. Analyses géochimiques de gisements brutes de cataclasites et de protolithes supposés……..139
Tabl. 19. Proportions des phases Q, A et P calculées à partir des normes……..142
Tabl. 20. Proportions des phases Q, A et P calculées à partir des normes (suite 1)……...142
Tabl. 21. Proportions des phases Q, A et P calculées à partir des normes (suite 2)……...142
Tabl. 22. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites de Kerboudou……..481
Tabl. 23. Résultats du calcul de l'altération des cataclasites de Trébihan……..481
Tabl. 24. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites de Cosqueriou-an-Eac'h….482
Tabl. 25. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites de Kervoën…….……482
Tabl. 26. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites de Gourlizon……..….483
Tabl. 27. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites de Cosqueriou st-Cado…...483
Tabl. 28. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites de Creac'h Miné Vihan…...484

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 29. Résultats du calcul de l'altération des ultramylonites de la Villeneuve……..484
Tabl. 30. Analyses géochimiques des orthogneiss de Plougonven…….……147
Tabl. 31. Analyses géochimiques des cataclasites de Mikaël et des orthogneiss de Plougonven…….…….147
Tabl. 32. Calcul des coordonnées de projection du diagramme de H. de la Rochepour les cataclasites de Mikaël et l'orthogneiss de Plougonven…….……..147
Tabl. 33. Synthèse de la collection lithique l'industrie du site de Creac'h Miné Vihan…….158
Tabl. 34. Nature et proportions des talons au sein du débitage brut du site de Creac'h Miné Vihan……..…….162
Tabl. 35. Analyse morphométrique des éclats suivant le matériau débité (Creac'h Miné Vihan)……..……166
Tabl. 36. Décompte des types de talons suivant les produits du débitage brut (Creac'h Miné Vihan)…….…….168
Tabl. 37. Décompte des types de talons suivant les types d'outils (Creac'h Miné Vihan)….168
Tabl. 38. Corrélation entre la structure des ultramylonites, la nature des aménagements et les produits préférentiels détachés (Creac'h Miné Vihan)……...172
Tabl. 39. Corrélation entre la structure des silex, l'état thermique, la nature des aménagements et les produits préférentiels détachés (Creac'h Miné Vihan)……..……177
Tabl. 40. Décompte de l'outillage du site de Creac'h Miné Vihan……...……....496
Tabl. 41. Décompte du débitage brut du site de Creac'h Miné Vihan……496
Tabl. 42. Décompte du débitage brut du site de Creac'h Miné Vihan……....497
Tabl. 43. Pourcentages des talons en matériaux (outillage) du site de Creac'h Miné Vihan..182
Tabl. 44. Dimensions et qualités techniques des trapèzes asymétriques de Creac'h Miné Vihan…….……..183
Tabl. 45. Dimensions et qualités techniques des trapèzes symétriques de Creac'h Miné Vihan……..……186
Tabl. 46. Rapports Longueur/Largeur des trapèzes symétriques (Creac'h Miné Vihan)…...188
Tabl. 47. Rapports Longueur/Largeur des trapèzes asymétriques (Creac'h Miné Vihan)….188
Tabl. 48. Dimensions comparées des bitroncatures symétriques à Beg-er-Vil (Quiberon, Morbihan), à Kerliézoc (Plouvien, Finistère) et à la Presqu'île (Brennilis, Finistère)……...189
Tabl. 49. Mesures des longueurs, largeurs et épaisseur des éclats utilisés en ultramylonites et cataclasites (Creac'h Miné Vihan)……..190
Tabl. 50. Décompte du débitage brut du site de Cobalan……...……500
Tabl. 51. Décompte de l'outillage du site de Cobalan……501
Tabl. 52. Dimensions des grattoirs en fonction des faciès de roche (Cobalan)……..225
Tabl. 53. Synthèse de l'outillage du site du Ty Nancien……...….258
Tabl. 54. Proportion des produits lamino-lamellaires entiers et proximaux entre le débitage brut et l'outillage (Ty Nancien)……..……263
Tabl. 55. Décompte du débitage brut du site du Ty Nancien……..505
Tabl. 56. Suite du décompte du débitage brut du site du Ty Nancien……..……506
Tabl. 57. Décompte de l'outillage du site du Ty Nancien…….507
Tabl. 58. Suite du décompte de l'outillage du site du Ty Nancien……..……..508
Tabl. 59. Répartition des catégories d'outils du site de la Gilardière…….....277
Tabl. 60. Rapports morphologiques des trapèzes asymétriques et symétriques des sites retziens entre Pornic et la Pointe Saint-Gildas……...….278
Tabl. 61. Proportions en roches et pièces da l'ensemble lithique de Bellevue……...281
Tabl. 62. Répartition du débitage brut par type de roche sur le site V.S.G. de Bellevue…...282
Tabl. 63. Décompte l'outillage par types de matières (Bellevue)……...284
Tabl. 64. Décompte en NMI de l'outillage néolithique ancien de Bellevue……...286

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 65. Répartition des matières premières taillées suivant les unités de fouilles (le Haut-Mée)……293
Tabl. 66. Proportions de lames au sein des fosses V.S.G. et du décapage (le Haut-Mée)…..294
Tabl. 67. Décompte du débitage brut par types de matières premières provenant des fosses et du décapage de la maison (ensembles A, B, et C) (le Haut-Mée)……..…296
Tabl. 68. Décompte de l'outillage par types de matières premières provenant des fosses et du décapage de la maison (le Haut-Mée)…….298
Tabl. 69. Valeurs de variables a_k, b_k et c_k……...312
Tabl. 70. Valeurs moyennes de dureté Vickers mesurées sur ultramylonites et cataclasites sud armoricaines……...…….317
Tabl. 71. Valeurs moyennes de dureté Vickers mesurées sur cataclasites nord armoricaines……...…….318
Tabl. 72. Moyennes de la dureté Vickers des microquarzites type FL……..319
Tabl. 73. Synthèse des valeurs moyennes de dureté Vickers des principaux affleurements de silex analysés……...……325
Tabl. 74. Dureté Vickers moyenne des principales formations de phtanites armoricains…..326
Tabl. 75. Moyennes de la dureté Vickers de quelques grès éocènes sur le Massif armoricain……...……327
Tabl. 76. Moyenne de la dureté Vickers des quartzarénites de Montbert……...328
Tabl. 77. Moyenne de la dureté Vickers des quartzarénites de Montbert……...329
Tabl. 78. Valeurs moyennes de dureté Vickers des roches magmatiques et volcano-sédimentaires (Paléolithique moyen) et de la métadolérite type A de Plussulien (Néolithique moyen à final)…….……333
Tabl. 79. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des ultramylonites et cataclasites sud armoricaines……336
Tabl. 80. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des cataclasites nord armoricaines……336
Tabl. 81. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des microquartzites type FL……337
Tabl. 82. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des silex littoraux armoricains et des silex bas-normands……340
Tabl. 83. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des principaux affleurements de phtanites armoricains……...……340
Tabl. 84. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des grès éocènes armoricains…..……342
Tabl. 85. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des quartzarénites de Montbert…….343
Tabl. 86. Paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie des calcédoines morbihannaises et silcrètes vendéennes……...343
Tabl. 87. Variation des paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie de la dolérite de Ploubazlanec…...……345
Tabl. 88. Variation des paramètres moyens caractérisant l'élasticité et l'isotropie de quelques roches magmatiques, volcano-sédimentaires et métamorphiques armoricaines…….346
Tabl. 89. Synthèse de la correction des mesures de ténacité des études de G. Kervarec (2002), N. Molinès et al. (2006) comparés à ceux de B. Huet (2006)…….352
Tabl. 90. Synthèse des propriétés mécaniques moyennes des principaux matériaux du Mésolithique et Néolithique de l'Ouest de la France……..……355
Tabl. 91. Matrice de corrélation (ensemble des prélèvements de roches)……..……..518
Tabl. 92. Matrice de corrélation (ensemble des prélèvements de roches) (suite 1)……..….519
Tabl. 93. Matrice de corrélation (ensemble des prélèvements de roches) (suite 2)……..….520

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Tabl. 94. Données de compétence des principales roches armoricain……521
Tabl. 95. Synthèse des usages et statuts des différentes roches tenaces armoricaines et autres roches tenaces contemporaines au courant du Néolithique……..…….…….410

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

tel-00443920, version 1 - 5 Jan 2010

Résumé

Matières et Techniques de la Préhistoire récente du Massif armoricain : pétrographie – géochimie – mécanique – technologies.

La diversité des roches utilisées au cours du Mésolithique et du Néolithique sur le Massif armoricain a engendré la mise sur pied par les populations de différents modes de gestion du débitage et des produits. Cette dissemblance de traitement est fortement influencée par la position des affleurements géologiques et la complexité des caractères structuraux et mécaniques des roches. Elle concoure alors à l'entretien des systèmes culturels régionaux (Retzien et Téviécien) et sous-régionaux (faciès stylistiques) du Mésolithique final. La majeure partie des roches travaillées est importée à moins de vingt kilomètres.

En raison de l'explosion des réseaux économiques, l'exploitation des matériaux autres que le silex devient anecdotique au Néolithique. En Bretagne, le Villeneuve-Saint-Germain est marqué par une forte importation de silex provenant des marges orientales du Massif armoricain. Dans les Pays de la Loire, les roches locales de bonnes fabriques occupent toujours une place de choix dans l'industrie. Dès la seconde phase du Néolithique moyen, les roches allochtones ne sont plus destinées à l'usage commun, suite l'arrivée de produits en roches tenaces et à forte valeur ajoutée. Le débitage commun est alors marqué par une forte production d'éclats en roches locales, d'où la restriction des territoires d'exploitation qui s'exprime fortement au Néolithique récent.

Mots-clés : Mésolithique, Néolithique, Roches, Mécanique, Technologies, Territoires, Cultures.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES